

Pölyävien maanteiden ongelmat taajamissa



Raisa Valli, Vesa Laine, Minna Koukkula,
Siru Parviainen Jarno Kokkonen

Pölyävien maanteiden ongelmat taajamissa

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 48/2018

Liikennevirasto
Helsinki 2018

Kannen kuva: Tarja Hoikkala / Vastavalo.fi

Verkkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-317-613-3

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

Raisa Valli, Vesa Laine, Minna Koukkula, Siru Parviainen ja Jarno Kokkonen: Pölyvien maanteiden ongelmat taajamissa. Liikennevirasto, liikenne- ja maankäyttöosasto. Helsinki 2018. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 48/2018. 50 sivua ja 2 liitettä. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-613-3.

Avainsanat: maantiet, taajamat, pöly, hiukkaset, terveysvaikutukset, kunnossapito

Tiivistelmä

Yksi merkittävimpiä ympäristöterveysongelmia ovat hiukasmaiset ilmansaasteet, kuten väyläympäristöihin erityisesti talven aikana kertyvä katupöly. Katupöly koostuu pääosin karkeista hiukkasista, mutta sisältää myös hengitettäviä hiukkasia, joiden läpimitta on alle 10 µm (PM₁₀). Pieni osa katupölystä on pienhiukkasia, joiden läpimitta on alle 2,5 µm (PM_{2,5}) ja joita syntyy mm. polttoperäisistä lähteistä. Katupöly on pääosin hienoksi jauhautunutta asfalttia ja liukkauden torjuntaan käytettyä hiekkaa, mutta myös muista lähteistä peräisin olevia hiukkasia. Katupöly ei ole vain suurten kaupunkien ongelma, vaan korkeita hiukkaspitoisuuksia voi esiintyä myös pienissä kuntakeskuksissa ja taajamissa. Valtaosa ongelmista kohdistuu katuverkolle, mutta ongelma koskettaa myös valtion ylläpitämiä maanteitä, joista osa jää enenevässä määrin yhdyskuntarakenteen laajetessa ja tiivistyessä kaupunki- ja taajamarakenteen sisälle.

Maanteiden keskeiset pölylle altistumisen ongelmakohdat sijaitsevat alueilla, joilla suurista liikennemääristä johtuen tienpinnan ja renkaiden kuluminen aiheuttavat sekä suoria että suspensiopäästöjä. Tällaisten vilkkaiden (KVL 10 000 tai yli) maanteiden varrella, alle 45 metrin etäisyydellä tien reunasta, asuu taajamissa noin 64 000 asukasta. Näistä yli puolet asuu Helsingissä, Espoossa, Vantaalla, Tampereella, Oulussa ja Turussa.

Ongelmia on myös alueilla ja kohteissa, joissa käytetään talvikunnossapidossa hiekkaa. Yleensä tällöin on kyse maanteistä, joiden vuorokausiliikenne on alle 3000 autoa. Näillä alueilla hiekan käyttömäärään ja laatuun sekä pölynpoistoon on tarpeen kiinnittää huomiota altistuvissa kohteissa (erityisesti pysäkit, kevyen liikenteen väylien läheisyys, kiertoliittymät ja niiden ympäristöt).

Kehittämistä on myös kunnossapidossa käytetyissä menetelmissä ja ajankohdissa. Sinänsä hyviä, parhaiden käytäntöjen mukaisia ohjeita ei käytännössä aina noudateta, mistä antavat viitteitä saadut valitukset. Puhdistetut alueet eivät pysy puhtaana, koska alueellinen yhteistyö (urakoitsijat-kunta-kiinteistöt) ei toimi riittävän hyvin vaan eri kunnossapitäjien vastuualueiden yhtymäkohdissa on kirjavuutta menetelmissä ja kunnossapidon ajankohdissa. Pölyn poiston tehostamisen esteenä pidetään laadun myötä kohoavia kustannuksia. Pölynpoiston kustannusosuus on kuitenkin alle 10 % väylien kunnossapidon kokonaiskustannuksista.

Työssä on esitetty alustava toimenpideohjelma ja askellukset pölyhaittojen estämiseksi ja vähentämiseksi. Liikennevirasto voi toteuttaa pölyhaittoja estäviä ja vähentäviä toimenpiteitä osana jatkuvasti meneillään olevaa maankäytön ja liikennejärjestelmän suunnittelua sekä liikennesuunnittelua. Merkittävimmät Liikenneviraston vaikutuskeinot liittyvät kuitenkin kunnossapidon hankintoihin ja yhteistyöhön eri toimijoiden kanssa. Talvihoidon ohjeissa on jo määritelty pölyntorjunnan kannalta hyviä menettelyitä, joita on myös viety kunnossapidon urakkasopimuksiin. Niissä on kehittämismahdollisuuksia, joita voidaan viedä uusiin sopimuksiin vähitellen niitä uudistettaessa. Koska monet jo nykyisin ohjeistetut toimintatavat eivät ilmeisesti täysin

toimi, on tarpeen kiinnittää enemmän huomiota puhdistuksen laadunvalvontaan esimerkiksi tekemällä alueurakkakatselmuksia ja pistokokeita. Näillä voidaan suhteellisen nopeasti parantaa puhdistuksen laatua. Valvonnan kehittämistä onkin pidettävä ensisijaisena Liikenneviraston pölyntorjunnan keinona. Laatua voidaan parantaa myös lisäämällä koulutusta ja hyvistä käytännöistä tiedottamista.

Koska keskeiset ongelmakohteet sijaitsevat taajamissa, olisi suurimpien kaupunkien kanssa hyvä laatia yhteisiä suunnitelmia, joissa priorisoitaisiin toimenpidekohteita ja sovittaisiin puhdistuksen ja pölynsidonnan toteuttamistavoista sekä mahdollisista hälytysrajoista ja yhteistyömenettelyistä. Erityisesti tulisi huolehtia siitä, että kunnan, maanteiden kunnossapidon urakoitsijan ja kiinteistöjen toimenpiteet voidaan tehdä niin, ettei pölyä vain siirretä paikasta toiseen vaan alueet puhdistetaan tehokkaasti.

Raisa Valli, Vesa Laine, Minna Koukkula, Siru Parviainen och Jarno Kokkonen: Problem med dammande landsvägar i tätorter. Trafikverket, trafik och markanvändning. Helsingfors 2018. Trafikverkets undersökningar och utredningar 48/2018. 50 sidor och 2 bilagor. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-613-3.

Sammanfattning

En av de mest betydande miljöhälsoproblemen är partikelliknande luftföroreningar, såsom gatudamm som särskilt under vintern samlas i omgivningen av trafikleder. Gatudamm består i huvudsak av grova partiklar, men det innehåller även partiklar som inandas och vars diameter är mindre än 10 µm (PM₁₀). En liten del av gatudammet utgörs av finpartiklar, vars diameter är mindre än 2,5 µm (PM_{2,5}) och som uppkommer bl.a. till följd av förbränningsbaserade källor. Gatudammet är i huvudsak finmald asfalt och sand som använts för halkbekämpning, men även partiklar med ursprung i andra källor. Gatudammet är inte enbart storstädernas problem, utan höga partikelhalter kan förekomma även i små kommuncentrum och tätorter. Största delen av problemen drabbar gatunätet, men problemet gäller även för landsvägar som underhålls av staten, varav en del i en allt större mängd förblir inne i stads- och tätortskonstruktioner då samhällsstrukturen utvidgas och blir tätare.

Landsvägarnas centrala problempunkter när det gäller exponering för damm är belägna på områden där vägarnas och däckens slitage på grund av de stora trafikmängderna orsakar både direkta och suspensionsutsläpp. Vid sådana livliga landsvägar (genomsnittliga dygnstrafiken 10 000 eller mer), på mindre än 45 meters avstånd från vägkanten, bor ca 64 000 invånare i tätorter. Av dessa bor mer än hälften i Helsingfors, Esbo, Vanda, Tammerfors, Uleåborg och Åbo.

Även områden och platser där man använder sand för vinterunderhållet drabbas av problem. Vanligtvis är det då fråga om landsvägar, vars dygnstrafik är mindre än 3 000 bilar. På dessa områden är det skäl att uppmärksamma mängden och kvaliteten av den sand som används samt avlägsnandet av damm från exponerade platser (särskilt hållplatser, i närheten av lätta trafikleder, rondeller och deras omgivningar).

Även de metoder och tidpunkter som används vid underhåll behöver utvecklas. Anvisningarna, som i och för sig är goda och enligt bästa praxis, följs inte alltid i praktiken, visar de klagomål som mottagits. Rengjorda områden hålls inte rena, eftersom det regionala samarbetet (entreprenörer-kommunen-fastigheter) inte fungerar tillräckligt väl, eftersom metoderna och tidpunkterna för underhållet är oenhetliga när det gäller beröringspunkterna för ansvarsområden för de olika parter som utför underhållet. Ett hinder för en effektivisering av avlägsnandet av damm anses vara ökande kostnader till följd av kvalitet. Kostnadsandelen för avlägsnande av damm är dock mindre än 10 procent av de totala kostnaderna för trafikledernas underhåll.

I arbetet har man presenterat ett preliminärt åtgärdsprogram och olika steg för att förhindra och minska dammolägenheter. Trafikverket kan utföra åtgärder som förhindrar och minskar dammolägenheter som en del av den kontinuerligt pågående planeringen av markanvändning och trafiksystem samt av trafikplaneringen. Trafikverkets mest betydelsefulla påverkansmetoder är dock förknippade med upphandling av underhåll och samarbetet med olika aktörer. I anvisningarna för vinterunderhåll har man redan fastställt god praxis beträffande dammbekämpning som även överförs

till entreprenörsavtal för underhåll. Här finns utvecklingsmöjligheter som kan föras in i nya avtal så småningom när de förnyas. Eftersom många verksamhetssätt som redan nu getts anvisningar för inte tydligen fungerar fullständigt, är det nödvändigt att fästa större uppmärksamhet på kvalitetsövervakningen av rengöringen, till exempel genom att utföra regionala entreprenadbesiktningar och stickprov. Genom dessa kan man relativt snabbt förbättra kvaliteten på rengöringen. Utvecklingen av övervakningen bör även anses som Trafikverkets primära metod för dammbekämpning. Kvaliteten kan förbättras även genom att öka utbildningen och kommunikationen om god praxis.

Eftersom de centrala problempunkterna är belägna i tätorter, skulle det löna sig att göra upp gemensamma planer tillsammans med de största städerna, där man prioriterar åtgärdsobjekten och kommer överens om genomföringssätten för rengöring och dammbindning samt om eventuella larmgränser och samarbetsmetoder. Det bör särskilt ombesörjas att åtgärderna hos kommunen, entreprenören för landsvägarnas underhåll och fastigheterna kan utföras så att dammet inte endast flyttas från ett ställe till ett annat utan områdena rengörs effektivt.

Raisa Valli, Vesa Laine, Minna Koukkula, Siru Parviainen and Jarno Kokkonen: Problems with dusty roads in built-up areas. Finnish Transport Agency, Transport and Land Use. Helsinki 2018 Research reports of the Finnish Transport Agency 482018. 50 pages and 2 appendices. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-613-3.

Abstract

Particulate air pollution, such as the road dust that accumulates in areas close to traffic routes during winter, are a major environmental health problem. Road dust mainly comprises coarse particles, but it also contains breathable particles with a diameter of less than 10 µm (PM₁₀). A small part of road dust comprises small particles with a diameter of less than 2.5 µm (PM_{2.5}), which are generated by combustion-based sources, for example. In general, road dust consists of fine-grained asphalt and slip prevention sand, but it can also include particles from other sources. Road dust is not only a problem in big cities; high concentrations of particulates have also been measured in small municipal centres and built-up areas. Most of the problems are attributable to the street network, but they also concern roads maintained by the state, some of which are increasingly being left inside the urban and built-up areas as the community structure expands and becomes more compact.

Exposure to road dust is a key problem in areas where both direct and suspension emissions are caused by the wear of the road surface and tyres, due to large traffic volumes. Approximately 64,000 residents live less than 45 metres from such busy roads (ADT 10,000 or more) in built-up areas. Half of these people live in Helsinki, Espoo, Vantaa, Tampere, Oulu and Turku.

Problems also occur in areas and sites where sand is used for winter maintenance. Such roads usually have an ADT of less than 3,000 vehicles. In such areas, attention must be paid to the amount and quality of the sand used and the dust removal process in sites exposed to road dust (especially bus stops, the close proximity of pedestrian and bicycle routes, roundabouts, and their surroundings).

Other targets of development include the methods and timing of maintenance. Instructions based on best practices, and effective in themselves, are not always put into practice, as shown by the complaints received. Cleaned areas do not remain tidy because regional cooperation (the contractors–the municipality–the properties) is not sufficiently effective due to the different methods and timing of maintenance in places where areas of responsibility of maintenance service providers meet. Improved quality generates higher costs, which is thought to hinder more effective dust removal. However, the costs of dust removal account for less than 10% of the total cost of road maintenance.

The work includes a preliminary action plan and steps for preventing and reducing dust problems. The Finnish Transport Agency can implement measures for preventing and reducing dust problems as part of land use planning, the design of the traffic system and traffic planning, all of which are continuous processes. However, the main means of influencing the Finnish Transport Agency are related to the procurement of maintenance services and cooperation with various operators. The instructions for winter maintenance already include effective dust prevention practices, which have also been included in maintenance contracts. They present opportunities for improvement that can be gradually included in new contracts upon their renewal.

Because many of the practices for which instructions already exist are clearly not fully effective, more attention must be paid to the quality assurance of cleaning, through activities such as regional contract reviews and stop checks. These provide a relatively quick way of improving the quality of cleaning. In fact, the improvement of supervision should be the Finnish Transport Agency's primary method of dust prevention. Quality can also be improved by providing more training and communicating on best practices.

As the key problem areas are located in built-up areas, common plans should be drawn up with the big cities in order to prioritise sites according to the actions required in them and agree on methods of cleaning and dust control, as well as potential alarm limits and cooperation practices. The main issue is to ensure that the actions taken by the municipality, the contractors in charge of road maintenance and properties enable the areas to be cleaned effectively rather than just moving dust from one place to another.

Esipuhe

Katupöly on kiusana katujen lisäksi myös kaupunki- ja taajama-alueilla sijaitsevilla valtion ylläpitämillä maanteilla. Katupöly sisältää hienoksi jauhautuneen asfaltin ja hiekan lisäksi myös muita hiukkasia. Hiukkaspitoisuudet voivat suurten kaupunkien lisäksi olla korkeita myös pienemmissä kuntakeskuksissa ja taajamissa.

Etenkin suuret kaupungit seuraavat alueidensa ilman laatua jatkuvasti ja ovat tietoisia katupölyongelman laajuudesta alueellaan. Maanteiden osalta ei vastaavaa tietoa ole olemassa, joten Liikennevirasto käynnisti loppuvuodesta 2017 selvityksen saadaksesen selville katupölyongelman laajuuden maantieverkolla sekä alustavan tiedon toimenpiteitä vaativista kiireellisimmistä kohteista. Työn kuluessa tehtiin haastatteluja ja kysely ilmanlaatumittauksia tekeville kunnille. Liikenneviraston ja ELY-keskusten yhteistyöryhmistä liikenteen ja väylänpidon ympäristöryhmä sekä maanteiden hoidon verkko käsittelivät työn sisältöä kokouksissaan.

Konsulttina työssä toimi Sitowise Oy, jossa työhön osallistuivat Raisa Valli, Vesa Laine, Minna Koukkula, Siru Parviainen ja Jarno Kokkonen. Työn ohjausryhmään kuului Niina Jääskeläinen Varsinais-Suomen ELY-keskuksesta ja Arto Kärkkäinen Uudenmaan ELY-keskuksesta sekä Anne-Mari Haakana, Soile Knuuti ja selvityksestä vastannut Tuula Säämänen Liikennevirastosta. Ohjausryhmän työskentelyyn osallistuivat myös Anu Kousa Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymästä sekä Kaarle Kupiainen Suomen ympäristökeskuksesta, joita haluamme lämpimästi kiittää selvitystyöhön saamastamme asiantuntemuksesta.

Helsingissä syyskuussa 2018

Liikennevirasto

Liikenne- ja maankäyttöosasto

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	11
2	PÖLYPÄÄSTÖT JA PITOISUUKSIIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	13
3	PITOISUUDET JA TERVEYSHAITAT	16
3.1	Mitatut pitoisuudet ja raja-arvot.....	16
3.2	Terveysvaikutukset.....	18
3.3	Pölyhaitat kunnissa	19
4	KUNNOSSAPIDON MENETTELYT	21
4.1	Liukkauden torjunnan yleiset menettelyt.....	21
4.2	Hiekoitus	22
4.3	Pölyn vähentäminen.....	24
4.4	Urakkasopimukset pölyn torjunnan välineenä.....	25
4.5	Pölyntorjunnan vaikutukset pitoisuuksiin	26
4.6	Urakoitsijoiden haastattelut.....	29
	4.6.1 Liukkaudentorjunta	30
	4.6.2 Pölyntorjunta.....	30
4.7	Pölyntorjunnan kustannukset.....	32
5	KESKEISET ONGELMAKOHDAT.....	34
6	MAHDOLLISUUDET HAITTOJEN VÄHENTÄMISEEN.....	39
6.1	Vähentämiskeinot muissa Pohjoismaissa.....	39
6.2	Yleiset mahdollisuudet	41
6.3	Liikenneviraston keinot ja niiden kustannukset	44
7	ALUSTAVA TOIMENPIDEOHJELMA.....	45
7.1	Merkittävimmät kohteet	45
7.2	Seuraavat askeleet	46
	LÄHDELUETTELO	49
	LIITTEET	
Liite 1	Pölylle altistuvat asukkaat suurimpien kaupunkien vilkasliikenteisten maanteiden varrella	
Liite 2	Tutkimuskirjallisuutta katupölystä	

1 Johdanto

Hiukasmaisia ilmansaasteita pidetään nykyisin yleisesti melun ja pakokaasujen ohella yhtenä merkittävimmistä ympäristöterveysongelmista. Niiden arvioidaan aiheuttavan Suomessakin 1 800 ennenaikaista kuolemaa vuosittain. Yksi hiukkaspäästöjen muoto on katupöly, jota kertyy katu ympäristöihin pohjoisilla kaupunkiseuduilla erityisesti talven aikana useiden päästölähteiden vaikutuksesta.

Suurin osa katupölystä on hienoksi jauhautunutta asfalttia ja liukkauden torjuntaan käytettyä hiekkaa, mutta se sisältää myös nokihiukkasia sekä autojen renkaista, jarruista ja muista osista irtoavaa materiaalia sekä lisäksi maaperän mikrobeja ja muista pölylähteistä peräisin olevia hiukkasia. Keväällä katujen sulaessa ja kuivuessa hiukkaset vapautuvat ilmaan tuulen ja liikennevirran nostattamina aiheuttaen vaihtelevan pituisella ajanjaksolla usein hyvin korkeitakin hiukkaspitoisuuksia. Pitoisuuksiin vaikuttavat päästöjen lisäksi kunnossapidon toimenpiteet ja sääolosuhteet. Katupöly ei ole vain suurten kaupunkien ongelma, vaan korkeita hiukkaspitoisuuksia voi esiintyä myös pienissä kuntakeskuksissa ja taajamissa.

Vaikka valtaosa ongelmista aiheutuu päästöjen määrän ja altistumisen vuoksi taajamien katuverkolla, koskettaa ongelma myös valtion ylläpitämiä maanteitä, joista osa nykyään ja jatkossa yhä enemmän jää kaupunki- ja taajamarakenteen sisälle, kun yhdyskuntarakenne laajenee ja tiivistyy. Siksi Liikennevirasto on katsonut tarpeelliseksi selvittää katupölyongelman laajuutta maantieverkolla, maanteiden pölyämisen kannalta ongelmallisia kohteita sekä määritellä niille tarvittavia toimenpiteitä ja arvioida niiden kustannuksia.

Selvityksessä on nykytilan kartoittamisessa hyödynnetty pölyongelmasta ja sen poistamisesta tehtyjä kotimaisia ja pohjoismaisia tutkimuksia, kuten

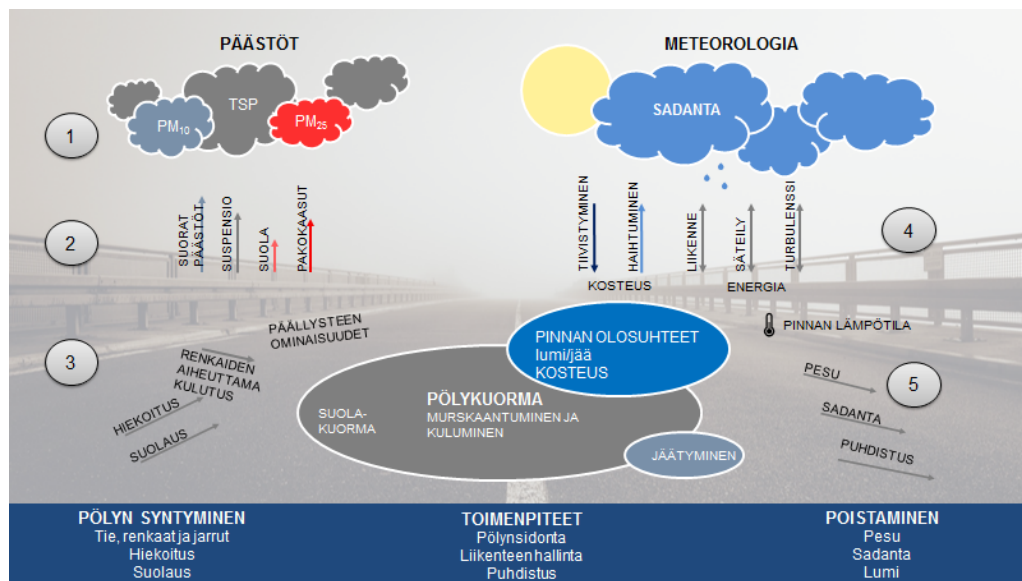
- **Katupölyn päästöt ja torjunta** (KAPU 1 ja 2-, vuosina 2006-2009 ja 2011-2014),
- **Kunnossapidon keinot hengitettävän katupölyn vähentämiseen kaupunkiseuduilla** (Redust Life+-hanke, vuosina 2011-2014) ja
- **Kitkarenkaiden käytöllä parempaa ilmanlaatua – liikenneturvallisuudesta tinkimättä** (NASTA – tutkimusohjelma, vuosina 2011-2013) sekä
- väliaikatieitoja käynnissä olevista projekteista **Ilman pienhiukkasten ympäristövaikutusten arviointi: toimenpide- ja torjuntavaihtoehtojen analyysi** (BATMAN, 2015-2018) ja Pohjoismaiden kansallisten tie- ja liikennehallintojen yhteistyöelimen NordFoU:n rahoittamasta **Nordic road dust research project** (NorDust)- hankkeesta (2015-2018), jonka tavoitteena on lisätä tietoutta katupölyn syntymisestä, sen torjuntakeinoista ja vaikutuksista.

Selvityksessä on kartoitettu taajama- ja kaupunkialueilla oleva valtion tiestö, sen liikennemäärät ja kunnossapitoluokat sekä väylien varrella asuvat, potentiaalisesti altistuvat henkilöt. Teiden talvihoidon ja kevään kunnossapidon menettelyjä on tarkasteltu kirjallisen aineiston avulla sekä täsmennetty nykytilannetta ja kehittämismahdollisuuksia haastatteluin. Työn aikana on kuultu ELY-keskusten liikennevastuualueiden ympäristövastaavia ja kunnossapidon asiantuntijoita pölyämiso ongelmien selvittämiseksi. Lisäksi on kerätty olemassa olevaa tietoa ilman hiukkaspitoisuuksista ja esiintyvistä ongelmista hyödyntäen kuntien ilmanlaadun mittauksia ja muuta seurantaa. Aineiston perusteella on seulottu esille ongelmallisimpia kohteita ja kerätty tietoa toimenpiteiden kustannuksista.

Luvuissa 2 ja 3 on esitetty kuvaus pölyongelman nykytilasta ja luvussa 4 maanteiden kunnossapidon menettelyistä. Näiden perusteella on tunnistettu keskeiset ongelma-kohtat (luku 5) Luvussa 6 on tarkasteltu ongelman torjuntakeinoja kustannuksineen. Lopputuloksena on muodostettu alustava, työn lopussa esitetty toimenpideohjelma (luku 7). Tarkoitus on sisällyttää toimenpiteitä myös Liikenneviraston ympäristö-ohjelmaan kohtaan ”Ilmanlaatu” tukemaan tätä Liikenneviraston ympäristötyön kehittämisen yhtä painopistealuetta sekä lisäksi hyödyntää syntynyttä aineistoa käynnissä olevassa valtakunnallisen ilmansuosuojeluohjelman laadinnassa. Lopussa on luettelo pölytutkimuksista, joista saa lisätietoja tarvittaessa (liite 2).

2 Pölypäästöt ja pitoisuuksiin vaikuttavat tekijät

Keväinen katupöly on edelleen vaikeimpia ilmansuojelun ongelmia Suomessa, vaikka sen vähentämiseksi on tehty runsaasti työtä monissa kunnissa. Seuraavassa on kuvattu katupölyn syntyä, pitoisuuksiin vaikuttavia tekijöitä ja altistumista Suomessa ja Pohjoismaissa tehtyjen tutkimusten valossa hyödyntäen Nortrip- projektissa (Nordic Council of Ministers, 2018) kuvattua katupölyn ja väyläolosuhteiden välistä suhdetta (kuva 1).



Kuva 1. Katupölyn synty ja pitoisuuksiin vaikuttavat toimenpiteet ja tekijät (Nordic Council of Ministers 2018).

Hiukkasten eli pölyn haitallisuuteen vaikuttavat sekä koko että koostumus. Pöly koostuu eri kokoisista hiukkasista (kuva 1, kohta 1). Katupölyn koostumus vaihtelee alueellisesti ja ajallisesti:

- Katupöly koostuu pääosin karkeista hiukkasista.
- Katupöly sisältää myös kulumisesta ja hiekoituksesta peräisin olevia hengitettäviä hiukkasia (PM_{10}), joiden aerodynaaminen halkaisija on alle $10\ \mu m$ ja jotka eivät leviä laajalle. Ne voivat kulkeutua alempiin hengitysteihin ja pahentaa muun muassa astmaa.
- Katupölyn hengitettävästä kokoluokasta (PM_{10}) noin 10-15 % on pienhiukkasia ($PM_{2,5}$), joiden aerodynaaminen halkaisija on alle $2,5\ \mu m$. Pienhiukkaset ovat peräisin muun muassa puun pienpoltosta, liikenteen pakokaasuista ja katupölystä.

Tutkimukset osoittavat, että nastarenkaiden käytöllä ja myös muilla pölyn lähteillä, kuten talvihiekoituksella ja suolauksella, autojen pakokaasuhiukkasilla, kaukokulkeumalla ja rakennustyömailta kulkeutuvalla pölyllä, on merkittävä vaikutus erityisesti PM_{10} -pitoisuuksiin. Yksittäisten lähteiden pitoisuusosuudet vaihtelevat alueittain ja ajallisesti riippuen katu ympäristön ominaisuuksien, liikennevirran sekä säätekijöiden vaikutuksesta (Kupiainen & Ritola, 2009).

Tutkimuksissa, joita on tehty erityisesti noin kymmenen vuoden ajan lähinnä katu-alueilla, on todettu, että Suomessa katupölyssä on mukana ennen kaikkea mineraalihiukkasia tienpintojen kulumisesta ja hiekoitushiekasta, mutta myös tiesuolaa, metallihiukkasia ajoneuvojen jarrujen, kytkimien, moottorin ja renkaiden nastojen kulumisesta, kumihiukkasia renkaiden kulumisesta sekä hienoksi jauhautuneita kasvinosia ja siitepölyä (Nasta-tutkimusohjelman loppuraportti, 2013).

Suomessa hiekoitusta pidettiin pitkään katupölyn päälähteenä. Erityisesti Ruotsissa nostettiin esille nastarenkaiden merkitys pölyongelmassa. Tutkimuksia nastarenkaiden vaikutuksesta pölyn muodostumiseen käynnistettiin myös Suomessa erityisesti pääkaupunkiseudulla 1990-luvun lopussa. Havaittiin, että pääkaupunkiseudulla renkaan kuluttaman päällysteen osuus päästöistä on noin puolet ja hiekoituksen ja muiden lähteiden kummankin noin neljänneksen (Nasta-tutkimusohjelman loppuraportti, 2013).

Viime aikoina on liikenteen aiheuttamien ilmanlaatuongelmien lisäksi nostettu esiin liikenteen rooli mikromuovipäästöjen lähteenä. Päästöjä aiheuttavat erityisesti auto-renkaista ja tiemerkintämassoista irtoavat hiukkaset, jotka hulevesiin joutuessaan kulkeutuvat vesistöihin. Henkilöauton renkaan noin kahdeksan kilon painosta kuluu sen eliniän aikana pois keskimäärin 10–20 %. (SYKE, 2017).

Renkaiden aiheuttama päästö syntyy 1) renkaan oman materiaalin kuluman, 2) sen aiheuttamien päällysteen ja väliaineen kulumatuotteiden sekä 3) sen päällysteen pinnalta nostattaman, aikaisemmin muodostuneen pölyävän aineksen summana (kuva 1, kohdat 2 ja 3). Pölyn muodostumiseen vaikuttavat renkaiden lisäksi ajoneuvon nopeus sekä päällysteen ominaisuudet ja hiekan laatu (KAPU-hankkeen loppuraportti, 2009). Tutkimustulokset osoittavat, että nastattomalla renkaalla muodostuu selvästi vähemmän uutta pölyä kuin nastarengaalla. Erityisesti vilkkaasti liikennöidyillä maanteillä päällysteen kulumalla on usein määräävä osuus, koska niillä pääasiallinen liukkaudentorjunta toteutetaan suolaamalla.

Kaiken kaikkiaan renkaiden nostattamalla päästöllä on suoraa päästöä merkittävämpi ilmanlaatuvaikutus varsinkin kevät-pölykaudella. Tällöin pöly nousee ilmaan tienpintojen kuivuessa ja varastoituneen pölyn päästessä ilmaan ajoneuvojen ja tuulen nostattamina (suspensio). (Helsingin kaupunki 6/2013). Kun pölyn määrä päällysteen pinnalla on suuri, renkaiden suorien päästöjen suhteellinen ero päästössä pienenee. Tällainen on tilanne, kun liikennemäärät ovat suuret ja ajonopeudet korkeat. Silloin pölyä muodostuu enemmän ja myös pääsee ilmaan enemmän (Kupiainen, 2018).

Myös ajoneuvon koolla on merkitystä päästöön. Vaikka raskaiden ajoneuvojen vaikutuksesta on vain vähän tutkimuksia, viittaavat käytössä olevat tutkimukset, että raskaiden ajoneuvojen päästöt renkaiden kulumasta ovat kaksinkertaiset ja päästöt jarruista viisinkertaiset henkilöautoihin verrattuna. Tutkimusten mukaan raskaiden ajoneuvojen vaikutus suspensiopäästöön voi olla jopa kaksikymmenkertainen henkilöautoon verrattuna raskaan ajoneuvon nostaessa pölyä tien ja sen pientareen lisäksi myös pintareen läheisiltä alueilta (Kupiainen, 2018).

Katupölyn muodostuminen ja varsinainen pölypäästö voivat tapahtua hyvinkin eri aikoina riippuen tien pinnan ja päästöympäristön olosuhteista. Säätila vaikuttaa merkittävästi näihin olosuhteisiin (kuva 1, kohta 4). Suspensoituvan pölyn määrä vaihtelee riippuen vuodenajasta ja kohteesta. (Helsingin kaupunki 6/2013). Tien pinnan olosuhteet (lumi/jää, sadanta/kosteus) selittävät ilmastovyöhykekohtaisia eroja mittaus tuloksissa jopa enemmän kuin erot päästöissä. (Kupiainen, 2018). Pitoisuuksiin vaikuttavat sääolosuhteiden lisäksi kunnossapidon menettelyt (kuva 1, kohta 5), joista enemmän luvussa 4.

3 Pitoisuudet ja terveyshaitat

3.1 Mitatut pitoisuudet ja raja-arvot

Ilmanlaatua seurataan säännöllisesti suurimmissa kaupungeissa mittauksin. Mittaus-
ten määrä ja kattavuus vaihtelevat paljon ilmanlaatuilanteen mukaan, sillä lainsäädäntö määrittää mittausvelvoitteet sekä mittauspaikat ja menetelmät. Osin kaupungeissa tehdään yleistä ilmanlaadun seuranta, jossa kohteena ovat myös teollisuuden aiheuttamat ilmanpäästöt. Joissain kaupungeissa seurataan direktiivien velvoittamana erityisesti katupölyä ja tehdään siitä täsmätutkimuksia (esimerkiksi pääkaupunkiseutu, Jyväskylä, Kuopio, Lahti, Oulu, Tampere, Turku). Usein mittauspisteet sijoittuvat katuverkolle. Pelkästään maanteiden vaikutusta ilmanlaatuun seurataan suhteellisen vähän. Usein mittauspisteet ovat paikoissa, joissa pitoisuudet kertyvät useammista lähteistä. Pölymittauksissa hiukkasmassa erotellaan kokoluokkiin, PM_{10} ja $PM_{2,5}$.

Pisimpään ja kattavimmin mittauksia on tehty Helsinginseudulla Helsinginseudun ympäristöpalvelujen (HSY) toimesta. Mittauksista saadaan hyvin tietoa yleisistä trendeistä liittyen pölyhuippuihin sekä olosuhteisiin, jotka ovat ilmanlaadun kannalta hankalimpia. On myös havaittu, että pölystä tulee valituksia eniten juuri niiltä ajoilta, jolloin myös mitataan korkeita pitoisuuksia (kysely ilmanlaatua mittaville kunnille).

Hengitettävien hiukkasten, päästöjen ja pitoisuuksien vuodenaikaisvaihteluun Suomen kaupungeissa vaikuttavat pintojen peitteisyys, kosteusolosuhteet sekä erilaiset muut pölyn muodostumiseen vaikuttavat tekijät. Korkeimmat pitoisuudet esiintyvät yleensä keväällä maaliskuun vaihteessa, mutta myös syksyllä esiintyy sopivissa sääolosuhteissa kohonneita pitoisuuksia talvirengas- ja hiekoituskauden alettua. Pääkaupunkiseudulla tehdyissä mittauksissa alkukevään päästötaso on ollut jopa 10-kertainen verrattuna kesäiseen tilanteeseen. Vaikeat sääolot, kuten alhaiset tuulennopeudet, stabiili ilmacehä ja matala ilmacehän sekoituskorkeus nostavat keväisin pitoisuuksia, sillä pöly ei pääse laimenemaan eikä kulkeutumaan pois kaupunkililmasta. Kevään edetessä pitoisuudet laskevat puhdistustoimien, pölynsidonnan ja renkaiden vaihdon kautta tapahtuvan päästön pienentymisen sekä tuulten ja vesivirtojen aiheuttaman pölyn luontaisen poiskulkeutuman vaikutuksesta. Kesäisen puhdas kadun pinnan pölytaso saavutetaan yleensä toukokuun aikana. (Helsingin kaupunki 6/2013).

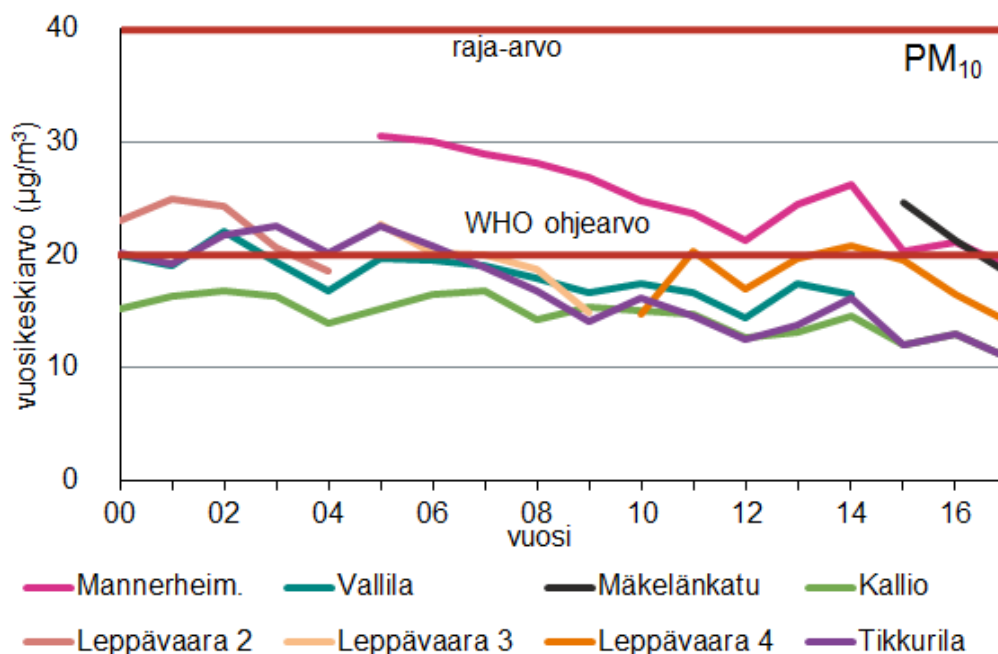
Pitoisuuksien aiheuttamien terveyshaittojen arvioimiseksi tehdään ilmanlaadun mittauksia tyypillisesti paikoissa, joilla epäillään kohonneita pitoisuuksia ja altistuvia on paljon. Mittaustuloksia verrataan raja-arvoihin, jotka on annettu terveyden suojelemiseksi. Raja-arvot määrittelevät ilmansaasteille korkeimmat sallitut pitoisuudet, joiden ylittyessä viranomaisten on ryhdyttävä toimenpiteisiin pitoisuuksien alentamiseksi. Raja-arvot ovat Euroopan unionin sitovimmat ilmanlaadunormit. Taulukossa 1 on esitetty hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) ja pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) pitoisuuksista ulkoilmassa annetut raja-arvot. WHO:n ilmanlaadun suositustenomaiset ohjearvot ovat tiukemmat, eli pienhiukkasten $PM_{2,5}$ vuorokausiarvo $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja hengitettävillä hiukkasilla (PM_{10}) vuosiohjearvo on $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Niillä pyritään ehkäisemään terveyshaittojen syntyä.

Taulukko 1. Hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten raja-arvot.

Yhdiste	Aika	Raja-arvo* µg/m ³	Sallitut ylitykset vuodessa
Hengitettävät hiukkaset PM ₁₀	Vuorokausi	50	35
	Vuosi	40	-
Pienhiukkaset PM _{2.5}	Vuosi	25	

* Kustakin tunti- ja vuorokausiraja-arvopitoisuuden ylityksestä on viipymättä tiedotettava väestölle.

Hengitettävien hiukkasten raja-arvo on viimeksi ylittynyt Helsingissä vuonna 2006. Vuosikeskiarvon raja-arvo ei ole koskaan ylittynyt Suomessa. (Redust-hankkeen loppuraportti, 2014). Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) vuosipitoisuuksien on havaittu alentuneen Pääkaupunkiseudulla joillakin seuranta-alueilla (kuva 2). Katupöly ilmenee kohonneina hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuuksina etenkin keväällä. Näiden korkeiden pitoisuuksien esiintymisessä ei ole havaittu merkittävää muutosta, joskin aivan viime vuosina tilanne näyttää selvästi parantuneen joissakin kaupungeissa katujen tehostetun puhtaanapidon ja uuden kaluston käyttöönoton myötä. Mittauksissa on havaittu tehokkaamman ja paremmilla menetelmillä tehtävän kunnossapidon vähentävän pitoisuuksia verrattuna perinteisiin menetelmiin esimerkiksi Mannerheimintieellä. HSY:n mittauksissa on havaittu pitoisuuksien vähentyneen viimeisinä vuosina, vaikka vuosikohtaista vaihtelua on paljon riippuen sääolosuhteista (kuva 2).



Kuva 2. Katupölyn hillitsemistoimenpiteet ovat tuottaneet tulosta ja osalla mittausasemista pitoisuudet ovat pienentyneet merkittävästi. (Malkki et.al, 2018)

3.2 Terveysvaikutukset

Altistuminen hiukasmaisille ilmansaasteille aiheuttaa kehittyneissä maissa eniten vakavia terveyshaittoja – enemmän kuin kaikki muut ympäristötekijät yhteensä. Pitkäaikaisen altistumisen pienhiukkasille on arvioitu aiheuttaneen vuonna 2010 yhteensä noin 380 000 ennenaikaista kuolemaa 28 EU-maassa. Suomessa tapahtuvan pitkäaikaisen altistumisen pienhiukkasille on arvioitu aiheuttavan 1 600–1 800 ennenaikaista kuolemaa vuodessa (Hänninen et. al., 2016; THL, 2018). Katupölyn pienhiukkasosuuden arvioidaan aiheuttavan vuosittain Suomessa 50–60 ennenaikaista kuolemaa.

Riskiryhmiin kuuluvat erityisesti kroonisista hengityselin- sekä sydän- ja verisuonisairauksista (esim. sepelvaltimotauti, sydämen vajaatoiminta, keuhkohtaumatauti tai astma) kärsivät henkilöt. Voimakas pitkäaikainen altistuminen saattaa lyhentää näiden henkilöiden elinikää jopa yli 10 vuodella. (THL, 2018).

Viime vuosina on saatu runsaasti uutta tietoa hiukkasten todennäköisistä vaikutusmekanismeista, mutta eri mekanismien yksityiskohtia ja ennen kaikkea suhteellista merkitystä ei kuitenkaan vielä tunneta tarkasti. Vuosien altistus jatkuvana tai usein toistuvana on pohja kroonisille sairauksille, jotka pahenevat korkeiden pitoisuuksien aikana. Korkeat pitoisuudet esiintyvät usein kevätkaudella vilkkaan liikenteen aikaan. Tällöin pitoisuuksien tuntiarvot voivat nousta hyvinkin korkeiksi ja pienhiukkastenkin määrä voi olla todella korkea. (Salonen, 2018).

Hiukkasten tiedetään olevan haitallisia hengityselimistölle. Yleisimpiä haittoja ovat ärsytysoireet ja lievät hengityselinoireet, kuten kurkun ja silmien kutina, nuha ja yskä. Eniten epidemiologista tutkimustietoa on pienhiukkasten terveysvaikutuksista. Pienhiukkasten terveysvaikutukset ovat merkittäviä, sillä hiukkaset kulkeutuvat syvemmälle hengitysteihin. Katupölyn yli 10 µm hiukkasten terveysvaikutuksia ei ole juurikaan selvitetty. Kuitenkin tiedetään, että ne aiheuttavat muun muassa ylähengitysoireita ja silmätulehduksia. Pienhiukkasia suurempien hiukkasten merkitystä korostaa, että näitä hiukkasia on katupölyssä paljon, kun pienhiukkasia on vain noin 10–15 % pölystä. (Salonen, 2018)

Katupölyn terveyshaitat (pääasiassa pienhiukkasten, mutta jossain määrin myös kokuokan 2,5–10 µm) aiheutuvat nykytiedon perusteella kahden toisiinsa yhteyksissä olevan mekanismin kautta. Ensinnäkin sisään hengitetty hiukkanen voi aiheuttaa keuhkoissa paikallisen tulehduksen, joka voi pahentaa hengityselinsairauksia ja tulehdus voi edetä muualla elimistöön ja pahentaa sydänsairauksia. Toiseksi hiukkaset voivat keuhkoissa stimuloida hermopäätteitä, mikä johtaa ärsytysreaktioihin hengityselimistössä ja haitallisiin syketaajuuksiin (Lanki, 2013).

Viimeisen kymmenen vuoden aikana on kertynyt yhä enemmän näyttöä hiukkasten haitallisista vaikutuksista sydän- ja verenkiertoelimistölle. Päivinä, jolloin ilmanlaatu on huono, altistumisen on havaittu voivan johtaa myös sydänsairailla jopa sairaalahoidon tarpeeseen ja sairauden hengenvaaralliseen pahenemiseen. Kun hiukkasten päiväpitoisuudet ovat koholla, hengityselin- ja sydänsairauksiin liittyvät kuolemat ja sairaalaan otot lisääntyvät johdonmukaisesti samana ja muutamana seuraavana päivänä. (Lanki, 2013)

Vuosia kestävä pitkäaikainen altistuminen hiukkasille on kuitenkin erityisen haitallista terveydelle. Hiukkasille ei ole pystytty määrittämään pitoisuutta, jonka alapuolella ei terveyshaittoja enää esiintyisi, ja siten myös Suomen matalien pitoisuuksien on todettu olevan yhteydessä terveyshaittoihin. Esimerkiksi asuminen vilkasliikenteisen tien lähellä voi pahentaa kroonisia sairauksia ja ääritapauksessa lyhentää elinikää. (Hänninen et al., 2017)

3.3 Pölyhaitat kunnissa

Käytännön pölytilanteen selvittämiseksi kunnilta ja ELY-keskuksilta kysyttiin tietoa hiukkasmittauksista, havaituista ongelmista sekä saaduista valituksista. Vastauksia saatiin 16 kunnasta (Jyväskylä, Kotka, Kouvola ja Iitti, Kuopio, Lahti ja Hollola, Lappeenranta, Oulu, Pietarsaari, Pori, Raahe, Seinäjoki, Tampere, Vaasa, Äänekoski) sekä lisäksi Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymältä (HSY), Lapin ELY-keskukselta ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskukselta. Lisäksi pyydettiin tiedot saaduista ilmanlaatuun liittyvistä valituksista Pirkanmaan ELY-keskuksesta, johon kerätään kaikkiin ELY-keskuksiin tulleet valitukset.

Kyselyssä pyydettiin vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

- Onko alueeltanne koottu tietoa maanteiden/katujen pölyongelmista? Voidaanko mielestäsi joitain alueenne mittauspisteistä hyödyntää maanteiden pölyongelmaa arvioitaessa?
- Onko tullut valituksia? Millaisissa tilanteissa? Voidaanko niistä muodostaa käsitys pölyongelman suuruudesta ja ajallisesta vaihtelusta? Tai yhteydestä kunnossapitoon? Miten mittauksien tulokset ja valitukset korreloivat keskenään?
- Millaisiin olosuhteisiin/ympäristöön/ajankohtiin/liikennemääriin ongelmat liittyvät?

Kaikkien vastanneiden kuntien alueilla tehdään jatkuvia ilmanlaadun mittauksia. Katavimmin ilmanlaatua on mitattu pääkaupunkiseudulla ja Uudellamaalla HSY:n toimesta. Myös muissa suuremmissa kunnissa on tehty laajempia tutkimuksia asiaan liittyen. Mittauspisteiden tarkoitus vaihtelee, ja usein ne on sijoitettu siten, että niissä mitataan useammista lähteistä tulevia päästöjä. Erityisesti liikenteen aiheuttamia pitoisuuksia mitattaessa suuri osa mittauksista kohdistuu katuverkoille, mutta myös maanteiden vaikutusta voidaan osittain arvioida. **Kattavaa ongelmakohteiden kartoitusta ei käytännössä ole tehty.**

Pääosa valituksista saadaan keväällä katupölykaudella. Valituksia saadaan yleensä melko vähän suhteessa potentiaalisesti altistuvien asukkaiden määrään. Havaintojen mukaan valituksia tulee eniten silloin, kun myös mittauksissa on havaittu korkeita pitoisuuksia. Pölystä aiheutuu eniten ongelmia keväällä helmi-toukokuun välillä. Myös syksyllä tilanteissa, jolloin nastarenkaiden käytön ja hiekoittamisen aloittamisen jälkeen on tullut lauhempi jakso, pölystä on aiheutunut ongelmia.

Valitukset liittyvät myös kunnossapitoon ja käytettyihin menetelmiin. Valituksia saadaan säännöllisesti katupölyn puhdistuksen aikaan, erityisesti käytettäessä huonompia menetelmiä, kuten kuivana harjaamista. Menetelmien ja puhdistuksen ajoittamisen kehittämisellä valitusten määrä on vähentynyt useammassa kunnassa. Kunnossapidon keinoja pidetään tärkeinä pölystä aiheutuvien ongelmien hallitsemiseksi. Myös hyvällä tiedottamisella on havaittu olevan yhteyttä valitusten määrän vähentymiseen.

Sääoloista hankalimpia ovat talviaikaan kuiva ja vähätuulinen pakkassää, jolloin ilma ei pääse sekoittumaan. Keväällä hankalin sää on kuiva ja tyyni tai hyvin tuulinen, jolloin katupöly nousee ilmaan. Inversiotilanteiden on havaittu nostavan pitoisuuksia.

Ongelmia on havaittu erityisesti tiiviisti rakennetuilla taajama-alueilla, ei niinkään harvemmin rakennetuilla omakotitaloalueilla. Erityisesti ongelmia aiheutuu vilkasliikenteisten (KVL 10 000 ja yli) väylien varrella. Suuri raskaan liikenteen osuus pahentaa tilannetta. Paikallisia ongelmakohteita ovat sellaiset, joissa hiekoitetaan tavallista enemmän; esimerkiksi bussipysäkit sekä liittymäalueet.

HSY tiedottaa aktiivisesti ilmanlaadusta pääkaupunkiseudulla eri viestintäkanavilla. Ilmanlaatuutilannetta käydään katsomassa HSY:n sivustolla (www.hsy.fi/ilmanlaatu) erityisesti keväällä katupölykaudella maalis-huhtikuussa. Vuonna 2016 kävijämäärä oli ilmanlaadun pääsivulla noin 900 kävijää kuukaudessa ja se kasvoi kevään pölykaudella 3–4-kertaiseksi eli 3 200 kävijään. Hiukkaspitoisuuksia kävi tarkemmin katsomassa vuonna 2016 maaliskuussa 467 ja huhtikuussa 681 kävijää ja vastaavasti vuonna 2017 maaliskuussa 881 ja huhtikuussa 559 kävijää.

ELY-keskuksissa on koottu keskitetysti palautteita myös pölyämiseen liittyen vuodesta 2015 lähtien. Vastaavasti kuin kaupungeilla, **suurin osa palautteesta saadaan keväällä katupölyaikaan. Valtaosa palautteesta koskee kunnossapitoa, joko käytettyjä menetelmiä tai kunnossapidon ajankohtaa.** Melko paljon palautetta on saatu esimerkiksi **katupölyn harjaamisesta kuivana.** Myös kesäkuukausina saadaan palautetta pölyämisestä lähinnä sorateiden osalta. Palautteen määrä on ollut kasvussa vuodesta 2015 lähtien: vuonna 2015 saatiin koko Suomen alueelta 48 palautetta, vuonna 2016 saatiin 73 palautetta ja vuonna 2017 saatiin 103 palautetta. Kasvu johtuu todennäköisesti siitä, että asukkaiden tieto mahdollisuudesta antaa palautetta on lisääntynyt, eikä niinkään vaihtelusta pölyämisessä. Eniten palautteita on saatu Uudenmaan, Keski-Suomen, Pohjois-Savon ja Varsinais-Suomen ELY-keskusten alueilta.

4 Kunnossapidon menettelyt

Päästöjen lisäksi hiukkaspitoisuuksiin vaikuttavat kunnossapidon ajoitus ja toteutus. Maanteiden talvihoitoa määritellään useissa Liikenneviraston julkaisuissa. Toimintalinjoissa talvihoitoa määritellään yleisellä tasolla ja ohjeissa tarkennetaan hoitotoimenpiteitä yksityiskohtaisemmin. Maanteiden talvihoidon tärkeimmät julkaisut ovat:

- **Hankinnan toimintalinjat, linjaukset ja kehittämiskohteet** -julkaisu, joka kuvaa hankintojen toteuttamisen periaatteet ja päämäärät.
- **Talvihoidon toimintalinjat** -julkaisu, joka kuvaa tienpitäjän talvihoidolle asettamat valtakunnalliset linjaukset ja talvihoidon operatiivisen palvelutason. Siinä esitetään keskeiset periaatteet, joiden mukaan maantiet hoidetaan talvella.
- **Maanteiden talvihoito, laatuvaatimukset** -ohje, joka sisältää maanteiden ajoradan, tien muiden osien, kevyen liikenteen väylien sekä muiden talvikunnossapitoon kuuluvien kohteiden laatuvaatimukset.

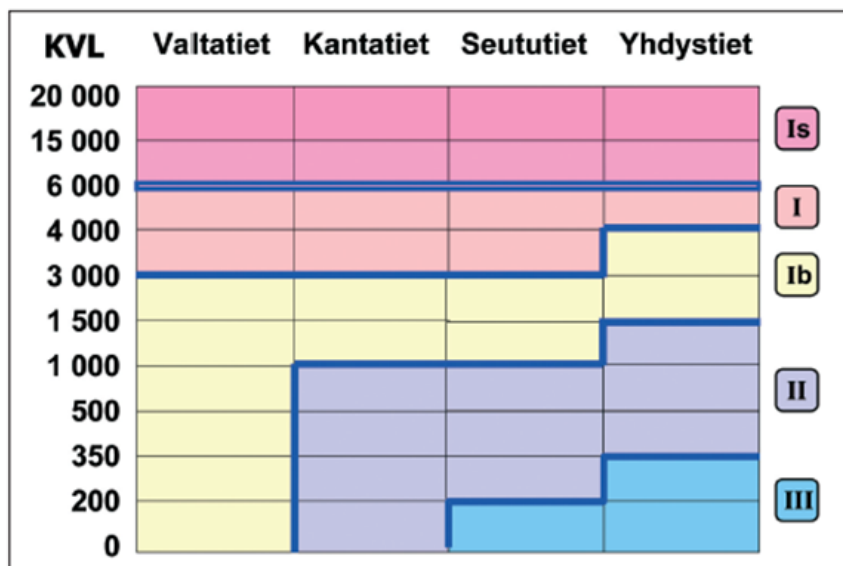
Maanteiden talvihoito, menetelmätieto -ohje (Liikennevirasto 1/2017) sisältää perustietoa maanteiden hoidon hankintaan liittyvistä asiakirjoista, talvihoitotöiden suunnittelusta ja organisoinnista sekä talvihoidon laadukkaasta toteuttamisesta sisältäen talvihoidon työmenetelmät, käytettävät koneet ja laitteet sekä materiaalit. Katupölyyn liittyen ohjeessa annetaan yleiset ohjeet eri tieluokkien liukkauden torjunnalle ja materiaaleille (ml. hiekoitusmateriaalit) sekä tarkemmat ohjeet hiekoitukselle. Lisäksi annetaan ohjeita pölyn vähentämiselle.

Ohjetta käytetään alueurakoiden urakka-asiakirjojen tausta-aineistona sekä pääuraakoitsijan ja aliurakoitsijan operatiivisten töiden ohjeistukseen. Alueurakoiden urakka-asiakirjojen teknisissä asiakirjoissa sovitaan työn sisältöön, laatuun ja suoritukseen liittyvistä asiakirjoista, kuten työt laatuvaatimuksiin kuvaavat työkortit ja työkohtainen tarkennus. Jälkimmäisessä tuodaan esiin urakan erityispiirteitä ja täsmätarpeita urakkaan kuuluvien töiden laadun ja laajuuden suhteen ja siinä voidaan nostaa joitain ohjeita tai ohjeen osia laatuvaatimuksiksi.

4.1 Liukkauden torjunnan yleiset menettelyt

Talvihoidon menetelmäohjeen (Liikennevirasto 1/2017) mukaan liukkaudentorjunnalla estetään liukkauden synty tai parannetaan tienpinnan kitkaa kemiallisesti tai mekaanisesti.

- Talvihoitoluokissa Ise (liukkaus torjutaan ennakoon mahdollisimman vähän liikennettä haitaten), Is (nopeutetut toimenpiteet) ja I tiet pidetään lähtökohdaisesti paljaana ympäri vuoden ja liukkaudentorjuntamenetelmänä käytetään pääsääntöisesti liuossuolausta (natriumkloridia NaCl tai kalsiumkloridia CaCl₂) ja kostutettua suolausta (NaCl).
- Talvihoitoluokissa II ja III teille pyritään saamaan polanne mahdollisimman pian alkutalven aikana. Polanneteillä pääasiallisena liukkaudentorjuntamenetelmänä käytetään hiekoitusta ja polanteen karhentamista.
- Talvihoitoluokassa Ib ja TIb (vastaa Ib-luokkaa eräissä taajamissa) käytetään kaikkia liukkaudentorjuntamenetelmiä talven ajan ja kelin mukaan.



Kuva 3. Tieverkon jako talvihoitoluokkiin (Tiehallinto 2008)

4.2 Hiekoitus

Talvihoidon menetelmäohjeen (Liikennevirasto 1/2017) mukaan hiekoitusta käytetään pääasiallisena liukkaudentorjuntamenetelmänä talvihoitoluokilla Ib, II ja III sekä kevyen liikenteen väylillä. Hiekoitus tehdään piste- tai linjahiekoituksena. Hiekoitusta käytetään myös talvihoitoluokilla Is ja I esimerkiksi yli -6 °C pakkasjaksojen aikana, jolloin suolaus ei tehoa. Hiekoituksessa voidaan käyttää suolatonta hiekkaa tai suolahiekkaa.

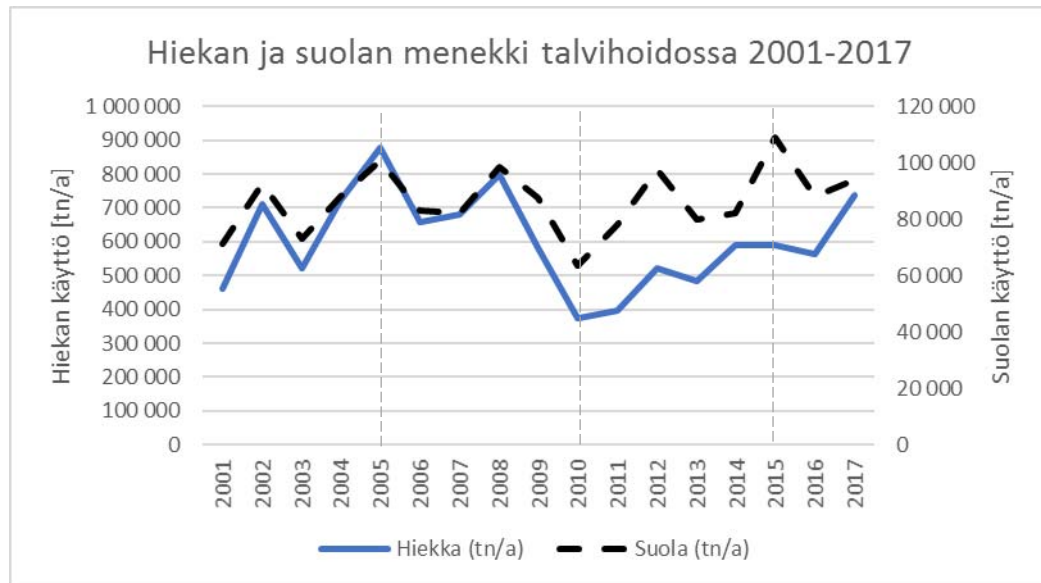
Pistehiekoituskohteet kuten tasoristeykset, kiertoliittymät, jyrkät mäet, kaarteet ja liittymät hiekoitetaan, kun liukkaus haittaa niiden käyttöä.

Linjahiekoituksessa käsitellään koko tiepituus. Ongelmakelien ennakointi on tien liikennöitävyyden ja työn ripeän edistymisen kannalta välttämätöntä. Suorilla tieosuuksilla hiekka levitetään keskelle tietä. Ongelmakohteissa kuten mäissä ja kaarteissa hiekka levitetään molemmille kaistoille. Hiekka levitetään molemmille kaistoille tai tien keskelle vähintään noin 3 metrin leveydelle. Linjahiekoituksessa sopiva materiaalmäärä on noin 0,7–1,0 tonnia/km.

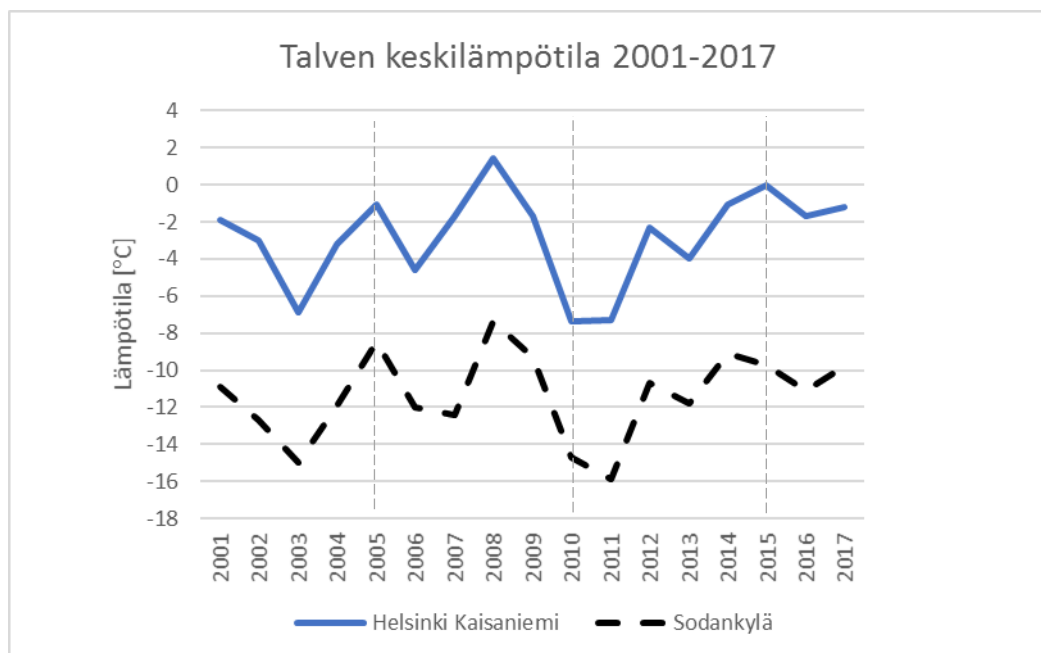
Pakkasjaksojen aikana liukkautta voi syntyä myös Is- ja I-talvihoitoluokan teille. Tällöin liukkaudentorjuntaan voidaan käyttää suolahiekkaa. Linjaosuudet voidaan hiekoittaa kevyemmin kuin normaalilla linjahiekoituksella (n. 150 g/m², raekoko 0–6 mm), jos riittävä kitkataso saavutetaan. Pakkasjaksojen aikaan erityisesti rampit, liittymäalueet ja kiertoliittymät tulee hiekoittaa. Suolahiekalla pyritään rikkomaan ohut jääkalvo tien pinnasta.

Hiekoitusmateriaali voi olla mursketta tai hiekkaa. Hiekoitusmateriaalin maksimirakekoko on pääteillä ja kevyen liikenteen väylillä 6 mm ja muilla teillä 8 mm. Materiaalit on hyväksyttävä tilaajalla. Sorateillä ns. pääkallokeleillä voidaan harkita maksimirakekoon kasvattamista jopa 12 mm:iin. Tällöin kuitenkin urakoitsija vastaa tuulilasi- ja lampunlasivaurioista. Hienoainekseksi ei ole asetettu raja-arvoa. Liian hienorakeinen materiaali aiheuttaa helposti varastointi- ja levitysongelmia.

Maanteiden talvihoidossa liukkauden torjuntaan on käytetty hiekkaa keskimäärin noin 600 000 tonnia vuodessa ajanjaksolla 2001–2017. Vastaavalla ajanjaksolla suolan menekki on ollut keskimäärin noin 90 000 tonnia vuodessa. Kyseisen ajanjakson vaihtelu on esitetty kuvassa 4. Hiekan käyttö on vaihdellut välillä 400 000–900 000 tonnia ja suolan käyttö välillä 60 000–110 000 tonnia. Hiekan käytössä kaksi eniten hiekkaa käyttävää ELYä (Pohjois-Pohjanmaa ja Pohjois-Savo) käyttivät vuosina 2007–2008 ja 2015–2016 40 % koko maanteiden hiekoitushiekasta. Niiden osuus maantieverkosta on samaa luokkaa eli 36 %.



Kuva 4. Hiekan ja suolan käyttö maanteiden liukkaudentorjunnassa vuosina 2001–2017.



Kuva 5. Talven keskilämpötilat vuosina 2001–17 Kaisaniemessä (Helsinki) ja Sodankylässä.

Tiedot on saatu Liikenneviraston ylläpitämistä Aura- ja Harja-järjestelmistä. Tietojen luotettavuus on kohtuu hyvä, kun tarkastellaan kokoluokkaa, vuosittaista vaihtelua ja koko Suomen maantieverkkoa.

Vertaamalla suolan ja hiekan käyttömääriä talven keskilämpötilaan havaitaan visuaalisen tarkastelun perusteella, että määrät korreloivat talven keskilämpötilan vaihteluiden (kuva 5) kanssa. Suolan ja hiekan menekki kasvaa, kun talven keskilämpötila on lähellä nollaa ja päinvastoin. Vuosien 2008–2010 lasku erityisesti hiekan menekissä selittyy osiltaan samanaikaisella talvien keskilämpötilan laskulla. Vuosien 2011–2016 välillä on hiekan käyttö ollut suhteellisesti suolan käyttöä vähäisempää kuin edellisinä vuosina.

4.3 Pölyn vähentäminen

Talvihoidon menetelmäohjeen mukaan (Liikennevirasto 1/2017) liukkaudentorjuntamateriaalien aiheuttamia pölyhaittoja voidaan vähentää esim.

- puhdistamalla väylät mahdollisimman aikaisin keväällä,
- käyttämällä taajamissa hiekoitukseen katkaistua lajiketta (2–6 mm) ja
- sitomalla pöly laimealla kalsiumkloridiliuoksella (pitoisuus enintään 5–10 %).

Erityisesti talvikauden alussa voi esiintyä ongelmallista ns. pakkasajan pölyämistä paljailla, lumettomilla sorateilla. Pakkasajan pölynsidontaa kalsiumkloridiliuoksella tehdään tien kohdilla, jotka ovat 100 metriä lähempänä asutusta tai muita altistuvia erityiskohteita.

Myös säätilan merkitys on ohjeissa otettu huomioon. Urakoitsijan on hallittava urakka-alueen tiestön tila kaikissa olosuhteissa ja kyettävä pitämään samaan talvihoitoluokkaan kuuluvat tiet yhtenevässä, laatuvaatimusten mukaisessa kunnossa, myös urakka-alueen rajoilla. Talvihoidon oikea-aikainen ja ennakoiva toteutus vaatii hyvää sääilmiöiden tuntemusta sekä jatkuvaa kelinseurantaa urakka-alueella. Kelinseuranta voidaan jakaa yleiseen kelinseurantaan ja paikalliseen kelintarkkailuun. Yleinen kelinseuranta käsittää säähavainto- ja ennusteaineiston tulkinnan. Paikallista kelintarkkailua tiestöllä tekee yleensä alueurakoitsijan henkilöstö.

Kelinseurantaa varten tilaaja tarjoaa urakoitsijalle seuraavat palvelut:

- tiesääsääennusteet,
- sadetutkien ja satelliittien kuva-aineistot,
- urakka-alueen tiesääasemien mittaustulokset ja
- kelikameroiden kuva-aineiston.

Talvihoidon menetelmäohjeessa on siis tunnistettu pölyn torjunnan ajoituksen, käytetyn hiekan ja pölyn sidonnan sekä säätilan merkityspölyn vähentämisessä. Sen sijaan ohjeessa ei ole otettu kantaa pölyntorjunnassa käytettävän kaluston käyttöön.

4.4 Urakkasopimukset pölyn torjunnan välineenä

Kaikissa urakkasopimuksissa viitataan Liikenneviraston julkaisemiin ”Maanteiden hoidon ja ylläpidon tuotekortit”- julkaisuun. Tuotekortit yksilöivät hoidon ja ylläpidon alueurakkaan kuuluvat työt laatuvaatimuksineen edellä mainittua tarkemmin.

Hiekoitushiekan ja irtoainesten poistosta päällystetyiltä pinnoilta todetaan tuotekortissa seuraavasti:

- Taajamissa ja kevyen liikenteen väylillä puhdistustoimet on tehtävä heti sulan kauden vakiinnuttua huhtikuussa. Puhdistus on uusittava tarpeen mukaan. Hiekka ei saa aiheuttaa vaaraa kevyelle liikenteelle.
- Valta- ja kantatiet sekä levähdys- ja pysäköimisalueet on puhdistettava viimeistään 30.4.
- Muut päällystetyt tiet on puhdistettava viimeistään 15.5.
- Taajama-alueella on harjattava, ellei muuta sovita, kostuttavalla keräävällä laitteella, eikä sivuun harjausta sallita. Muualla sallitaan sivuun harjaus. Kivi- ja harjaus on kaikissa kohteissa kielletty.
- Kevyen liikenteen kulkuluiskista ja pysäkkiyhteyksistä on poistettava talven hiekat sulan kauden vakiinnuttua huhtikuussa.
- Liikennesaarekkeet ja muut päällystetyt ja kivetyn alueet on puhdistettava keväällä aikana. Reunakivien ympärillekään ei saa jäädä irtoainesta.
- Kevätpuhdistuksen jälkeen kaikki päällysteet ja kivetyn pinnat on pidettävä puhtaana irtoaineksestä seuraavaan liukkaudentorjuntakautteen saakka.

Käytännössä tuotekortti tarkentuu esimerkiksi Kuopion urakkasopimuksessa ”Hoidon ja ylläpidon alueurakka Kuopio 2016–2021” seuraavasti:

- Urakoitsijan tulee varautua ajoradan pientareiden pölynsidontaan laimennettulla CaCl_2 -liuoksella Kuopiossa, valtatiellä 5 ja Varkaudessa valtatiellä 23. Osuudet on esitetty liitekartassa.
- Käsiteltävien osuuksien pituudet ovat Kuopiossa 6 km ja Varkaudessa 2,3 km.
- Kostutusta tehdään tarvittaessa tilaajan ilmoittamana ajankohtana esimerkiksi, kun hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) määrä ilmassa ylittää asetetut raja-arvot.
- Määräys pölynsidonnasta annetaan erikseen.
- Tätä työtä tehdään vuosittain arviolta 0–5 kertaa. Tarjouksessa pyydetään yksikköhinta / käsittelykerta.
- Pintojen kostutukseen pohjavesialueiden ulkopuolella voidaan käyttää siten laimennettua CaCl_2 -liuosta, ettei se liukastuta tietä vaaralliseksi (max 10 %).
- Urakoitsijan on raportoitava tilaajalle pölyhaittoja koskevat palautteet toukokuun työmaakokouksessa.

Tuotekortissa mainitaan, että puhtaanapidon ja tienvarsikalusteiden hoidon laatu todetaan silmämääräisesti.

4.5 Pölyntorjunnan vaikutukset pitoisuuksiin

Pölyntorjunnan kehittämiseksi on tärkeää tietää, miten eri puhdistusmenetelmät vaikuttavat pitoisuuksiin. Tehdyt selvitykset puhdistuksen tehokkuudesta ovat rajautuneet katuolosuhteisiin, mutta niistä saadaan osviittaa myös maanteiden pölyntorjuntaan.

Katupölyn päästöt ja torjunta -hankkeessa (KAPU) tutkittiin, miten talvikunnossapidon toimenpiteet ja katujen kevätpuhdistus vaikuttavat hengitettävien hiukkasten PM₁₀-katupölyn määrään ja koostumukseen, sekä selvitettiin nykykäytäntöjä ja uusia menetelmiä vähentää pölyn määrää. Tutkimukseen osallistui seitsemän kaupunkia (Helsinki, Vantaa, Espoo, Tampere, Kerava, Riihimäki ja Turku). Puhdistuskaluston tehokkuutta testattiin erikseen järjestetyillä mittauksilla ja varsinaisilla KAPU-reiteillä. Hankkeessa tutkittiin lisäksi puhdistuskaluston poistoilman pölypitoisuutta, rakennustyömaiden vaikutusta, kadun tehostettua pesua, pesuaineen käyttöä ja hiekoituksesta luopumista. (KAPU- hankkeen loppuraportti, 2009).

Pölynsidonta suolaliuoksella osoittautui lupaavimmaksi akuutin katupölyn vähentämiskeinoksi. Pölynsidonta-aine vähentää pölypäästöjä sitomalla pölyhiukkaset pinoille ja suuremmiksi aggregaateiksi. Pölynsidonta ei kuitenkaan poista pölyä katu-ympäristöstä ja puhdistus tulee järjestää myöhemmin. (KAPU-hankkeen loppuraportti, 2009).

Yksi KAPU -hankkeen tavoitteista oli selvittää, miksi katupölyn pitoisuudet voivat olla korkeita heti katujen puhdistuksen jälkeen. Johtopäätökseksi tuli, että suurta osaa puhdistuslaitteista ei ole suunniteltu keräämään hengitettävän kokoluokan pölyä. Laitteet voivat jopa siirtää jo varastoitunutta pölyä takaisin katupinnoille, jolloin pölynousee jälleen ilmaan.

Puhdistuslaitteiston painepesulla pystyttiin vähentämään pölyisyyttä hieman, mutta yleisesti todettiin, että nykylaitteistot (harjakalusto, imulakaisukalusto) eivät ole tehokkaita akuuttiin hengitettävän pölyn (PM₁₀) torjuntaan. Kuitenkin pitkällä aikavälillä saadaan hyötyä, kun karkea pöly poistetaan katu-ympäristöstä, jolloin uuden hienon pölyn muodostus vähenee tai lakkaa. (KAPU- hankkeen loppuraportti, 2009).

Hankkeessa testattiin myös uusia puhdistuslaitteistoja. Lupaavia tuloksia saatiin pesivällä imusuulakkeella varustetuilla katupesureilla (PIMU-kalusto), joilla poistetaan irtoaines ja pöly päällysteen raoista ja pesun seurauksena muodostuva liete imetään välittömästi pois kadun pinnalta painepesulla. On myös tärkeää kiinnittää huomiota puhdistuslaitteiston pölyn suodatukseen (erityisesti harjakalusto), ettei laitteisto levitä pölyä takaisin katu-ympäristöön siivouksen yhteydessä. (KAPU-hankkeen loppuraportti, 2009).

Tutkimus osoitti, että kehittyneemmillä suodatustekniikoilla voidaan poistaa hengitettävää pölyä tehokkaasti ulostuloilmasta. Katujen puhdistamisen jälkeen pinnat voivat pölyntyä uudelleen, jos irtoainesta kulkeutuu katu-ympäristöön ulkopuolelta, kuten rakennustoiminnasta, puhdistamattomilta jalankulkualueilta tai päällystämättömiltä kaduilta. Tehokas kevätpuhdistus vaatiikin laajojen alueiden puhdistusta ja puhdistusten toistoja, eikä kerralla saada aikaan ”kesäpuhdasta” kadun pintaa. Rakennustyömaat vaikuttavat lähikatujensa pölypäästöihin. Vaikutus tulee esille erityisesti kesäaikaan, kun talviajan aiheuttamat katupölypäästöt ovat alentuneet. Tutki-

muksen mukaan työmaiden pölyvaikutus vaihteli työmaittain huomattavasti ja riippui työmaan luonteesta (miten pölyävää toimintaa tehdään, kuinka paljon työmaaliikenteen mukana kulkeutui pölyävää ainesta kaduille) ja siitä millaisia puhdistustoimenpiteitä työmailta vaadittiin. (KAPU-hankkeen loppuraportti, 2009).

Kun edellä käsiteltyjä ohjeita, tuotekortteja ja sopimuksia verrataan parhaisiin käytäntöihin hiekoituksessa, pölynsidonnassa ja katujen puhdistuksessa (taulukko 2) (REDUST-hankeen loppuraportti, 2014), voidaan todeta, että periaatteessa ohjeet ja urakkasopimukset sisältävät oikeansuuntaisia toimia pölyn torjunnan toteuttamiseksi. Tästä huolimatta kansalaisilta tulleet valitukset usein koskevat puhdistusmenetelmiä (kuva 6 ja 7). Ilmeisesti ohjeistuksesta huolimatta puhdistuksen laatu vaihtelee eikä annettuja ohjeita kaikin osin noudateta. Kaikkialla ei kertapuhdistuksella saada riittävän hyvää tulosta. Hiekkaa jää erityisesti reunakivetyksen ym. vastaavien esteiden reunaan esimerkiksi pysäkkien kohdalla. Kun kaikkea hiekkaa ei ole saatu pois tai se on siirretty piennaralueelle, se leviää vähitellen takaisin jo puhdistetulle alueelle.

Taulukko 2. Parhaat käytännöt hiekoituksessa, pölynsidonnassa ja katujen puhdistuksessa katupölyn vähentämiseksi (Redust-hankkeen loppuraportti, 2014).

Parhaat käytännöt hiekoituksessa PM_{10} -katupölyn vähentämiseksi

- Seulomattoman ja hienojakoisen hiekoitusmateriaalin käyttöä tulisi välttää, sillä ne sisältävät huomattavasti pölyä.
- Materiaalina tulisi suosia kulutuskestävää hiekoitusmateriaalia, josta hienoimmat raekoot (<1-2mm) on seulottu.
- Märkäseulontaa tulisi suosia menetelmänä hienimpien raekokojen poistamiseen.
- Hiekoitusta tulisi käyttää vain alueilla, joilla sitä erityisesti tarvitaan, kuten risteyksissä, bussipysäkeillä, mäissä ja liikennevaloissa. Vaihtoehtoja hiekoitukselle pitäisi etsiä.
- Laadunvarmistusta hankinta- ja kunnossapito-organisaatioissa tulisi kehittää siten, että heikkolaatuiset hiekoitusmateriaalierät huomataan nopeasti ja virhe korjataan.

Parhaat käytännöt pölynsidonnassa PM_{10} -katupölyn vähentämiseksi

- Kalsiumkloridi ($CaCl_2$, 10 paino-% liuos) vähentää tehokkaasti katupölypäästöjä asfaltoiduilla teillä. $CaCl_2$ on tehokkaimmillaan, kun ilman suhteellinen kosteus on korkea.
- Täsmälevitystekniikkaa kanttikiville, tien reunoille ja kaistojen väliin suositellaan pääasiallisena levitystekniikkana haitallisten sivuvaikutusten vähentämiseksi.
- Koko kaistan levitystekniikkaa voidaan käyttää tehokkaana työkaluna pahimpina katupölypäivinä.
- Pölynsidontakäsittelyt tulisi tehdä aikaisin aamulla ennen aamuruuhkaa. Keskellä aurinkoista ja hyvin kuivaa päivää toteutetun pölynsidontakäsittelyn teho saattaa olla heikko.
- Pölynsidontakäsittelyjen suunnittelussa tulee huomioida paikalliset ympäristöolosuhteet, sillä $CaCl_2$ aiheuttaa korroosiota metallille ja betonille ja voi vahingoittaa kasveja ja pohjavettä. Kaliumformiaattia ($KCOOH$) voi käyttää pölynsidontaan pohjavesialueilla.
- Liikenneturvallisuus tulisi huomioida ja mahdolliset ongelmalliset tieosuudet käsitellä vähennetyillä ainemäärillä tai jättää kokonaan työohjelman ulkopuolelle. Asianmukaisia liikennemerkejä tai nopeusrajoituksia voidaan harkita tieosuuksille, joilla tarvitaan toistuvia pölynsidontakäsittelyjä.

Parhaat käytännöt katujen puhdistuksessa PM_{10} -katupölyn vähentämiseksi

- Moderni painepesevä imulakaisukone (PIMU) vähentää tehokkaasti PM_{10} -katupölypäästöjä ja sen käyttöä suositellaan parhaan puhdistusvaikutuksen saavuttamiseksi.
- Perinteinen imulakaisukone vähentää PM_{10} -katupölypäästöjä, kun sitä käytetään yhdessä korkeapaineisen vesipesun kanssa (yhdistelmäpesu).
- Puhdistustoimenpiteet pitäisi aloittaa mahdollisimman aikaisin keväällä ja kohdentaa hyvin pölyisiin korkean prioriteetin kohteisiin, kuten kaupunkien keskustoihin, parhaan kustannus- ja pölynvähennystehokkuuden saavuttamiseksi.
- Parhaan mahdollisen pesutuloksen saavuttamiseksi puhdistus modernilla painepesevällä imulakaisukoneella olisi hyvä toistaa myöhemmin keväällä, koska yksi puhdistuskerta ei poista kaikkea PM_{10} -pölyä muodostavaa materiaalia tien pinnasta.



Kuva 6. Katupölynpoistoa keväällä 2018 ruuhka-aikaan valtatievarrella taajamassa Etelä-Suomessa.



Kuva 7. Hiekan kerääntymää kuvan 6 valtatievarrella yhdellä pysäkillä puhdistuksen jälkeen sekä kuukauden kuluttua puhdistuksesta.

4.6 Urakoitsijoiden haastattelut

Käytännön menettelyjen selvittämiseksi toteutettiin urakoitsijoiden puhelinhaastattelut huhtikuussa 2018. Haastateltavat edustivat YIT Rakennus Oy, Destia Oy, NCC Suomi Oy ja Savon Kuljetus Oy:tä. Haastattelussa kartoitettiin kokemuksia liikkauttorjunnan työmenetelmistä sekä pölyntorjunnassa käytettävistä työmenetelmistä ja kalustosta Espoon, Raisio, Kuopion, Oulun sekä Rovaniemen alueurakoissa.

4.6.1 Liukkaudentorjunta

Haastateltavien mukaan **liukkautta torjutaan maanteillä suolaamalla, hiekoittamalla tai lumi- ja jääpintaa karhentamalla**. Liukkaudentorjuntamenetelmät riippuvat tien talvihoitoluokasta. Haastateltavien mukaan ELY-keskukset ovat määritelleet hyvin ”Maanteiden hoidon ja ylläpidon tuotekortti 30.1.2015” ja urakkakohtaisissa sopimusasiakirjoissa, milloin ja miten liukkautta pitää torjua eri talvihoitoluokissa.

Liukkaudentorjunnassa **sääolosuhteiden muutoksen ennakointi on tärkeää**. Kunnosapitäjät seuraavat sääolosuhteiden kehittymistä eri palvelutarjoajien sovelluksista ja tietävät siten, milloin pitää lähteä tekemään toimenpiteitä. Maanteillä liukkaudentorjunnassa käytetyssä hiekassa on noin 1 % suolaa. Suolan takia hiekka pysyy säilytyksessä irtonaisena niin, että sitä pystytään käsittelemään ja levittämään hiekoituskalustolla.

Laatuvaatimusten mukaan hiekoitushiekan maksimiraekoko on 6 mm hoitoluokissa Is, I, Ib, TIb ja K. Hoitoluokilla II ja III sallittu hiekan maksimiraekoko on 8 mm. **Hiekoitushiekan alaraekokoa ei ole määritelty**. Liukkaudentorjunnassa käytetään myös mursketta. Murskeen maksimiraekoko on 12 mm. Mursketta levitetään haastateltavien mukaan pääasiallisesti kävelyn ja pyöräilyn väylille, haastaviin liittymäkohteisiin sekä tiettyihin soratiekohteisiin. Murskeen käyttö on hyvin vähäistä liukkaudentorjunnassa. Haastateltavien mukaan suurin syy murskeen vähäiseen käyttöön on materiaalin hintaero suhteessa hiekkaan sekä materiaalin saatavuuden haasteellisuus. Nykyisin on välillä ongelmallista saada laadukasta hiekoitushiekkaa, koska laadukkaampi hiekka menee eri teollisuudenalojen raaka-aineeksi tai kuljetusmatkat muodostuvat kohtuuttoman pitkiksi.

Urakoitsijoiden mukaan **pölyämistä voisi vähentää määrittelemällä käytettävän hiekan raekäyrä (ei saisi alkaa 0 mm) nykyistä tarkemmin sekä käyttämällä mursketta nykyistä enemmän taajamien ajoneuvoliikenteen väylillä**. Toimenpiteet parantaisivat liukkaudentorjunnan tehoa mutta nostaisivat huomattavasti kustannuksia. Pelkästään hiekan korvaaminen murskeella taajamissa nostaisi haastateltujen mukaan taajamien liukkaudentorjunnan kustannuksia 65–80 %. Haastateltavien mukaan myös tienkäyttäjien korjausvaateet ELY -keskukselle voisivat lisääntyä (tuulilasien ja autojen helmojen kiveniskemät).

4.6.2 Pölyntorjunta

Urakkasopimuksissa **on määritelty, mihin päivämäärään mennessä tiestön puhdistustyöt pitää olla toteutettu**. Päivämäärät vaihtelevat urakka-alueittain esimerkiksi:

- 5.3. Raision alueurakka,
- 30.3. Espoon alueurakka ja
- 30.4. Kuopion alueurakka taajamien osalta 15.5 muun tiestön osalta

Sääolosuhteet määräävät, pystytäänkö puhdistustöitä tekemään ajallaan. Jos puhdistustyöt viivästyvät, uudesta päivämäärärajasta neuvotellaan aluevastaavan kanssa. Haastateltavat kokivat, että päivämäärärajat ovat toimivat. Ne ohjaavat toimintaa ja hyödyttävät varsinkin uusia toimijoita, jotta he pystyvät paremmin suunnittelemaan toimintaansa.

Haastateltavien mukaan **puhdistustöissä menee keskimäärin kuukausi**. Urakka-alueen koko ja käytettävän kaluston määrä vaikuttavat työn kestoon. Puhdistustyöt aloitetaan yleensä silloin, kun ajorata sekä piennar ovat sulaneet ja lämpötila nousee yöllä yli nollan. Työ pyritään aloittamaan taajamista reiteittäin tai alueittain niin, että pölyämishaitta olisi mahdollisimman pieni. Useasti asukkaat toivovat, että kävelyn ja pyöräilyn väylät puhdistettaisiin mahdollisimman nopeasti, jotta liikkuminen väylällä olisi mukavampaa. Pölyämisen kannalta ajoneuvoliikenteen väylien puhdistaminen on kriittisempää.

Urakoitsijat ovat huomanneet, että tietyille väylille päästään yleensä aiemmin kuin toisille eli tie sulaa nopeammin kuin alueen muut väylät. Tähän vaikuttaa tien talvihoitoluokka eli toteutetut talvihoidon menettelyt sekä paikalliset sääolosuhteet. **Urakoitsija myös seuraa sitä, milloin kaupungit/kunnat lähtevät puhdistamaan katuverkkoa.** Tällä pyritään vähentämään alueellista pölyämishaittaa, kun liukkaudentorjunnassa käytetty materiaali puhdistetaan alueelta pois mahdollisimman samanaikaisesti. Välillä kohteita käydään tekemässä useamman kerran kevään aikana. Tämä johtuu tyypillisesti siitä, että piennar on ollut jäässä, kun kohteessa on käyty aikaisemmin tekemässä toimenpiteitä.

Urakoitsijoille tulee **toimenpidepyyntöjä, jotka perustuvat ilmanlaatumittauksiin** (esim. HSY) tai aluevastaavan huomioon. Urakoitsijoiden mielestä ilmalaatumittauksiin perustuva seuranta on haastavaa, koska mittauksilla ei voida yksiselitteisesti todentaa pölyn lähdettä. Pölyntorjunnassa käytetäänkin puhdistamisen lisäksi pölynsidontaa yhtenä keinona ilmanlaadun parantamiseen. Pölynsidontaan käytetään kalsiumkloridiliosta (CaCl_2). Osa urakoitsijoista oli sitä mieltä, että taajamien pölyongelman torjunnassa kalsiumkloridia voisi käyttää nykyistä enemmän. Nykyään sopimuksissa on määritelty tiettyjä kohteita, jotka käydään tekemässä kuin PM_{10} määrä ylittää asetetut raja-arvot.

Pääurakoitsijoilla ei ole puhdistus/pölyntorjuntakalustoa. Kalusto on aliurakoitsijoiden ja sijaitsee ns. lähellä kohdetta. Urakoitsijoiden mukaan erikoiskalustoa on haastava saada tietyille alueille (esim. imuauto syrjäiseen taajamaan). Tämä vaikuttaa osaltaan myös valittaviin työmenetelmiin. Tämä voi aiheuttaa pölyä enemmän kuin oikealla kalustolla tehtäessä. **Tyypillisin puhdistusmenetelmä on märkänä tehtävä harjaus, jossa hiekka, sora tai sepeli harjataan pientareelle. Materiaali kerätään talteen vain, jos ei ole sorapiennarta esim. taajamaympäristöissä.** Talteen kerätty materiaali päättyy yleensä jätteeksi. Nykyisin on kuitenkin enenevässä määrin soraa alettu puhdistamaan. Puhdistettu materiaali käytetään uudelleen esim. asfaltin raaka-aineena. Tämä on vielä hyvin vähäistä liukkauden torjunnassa käytettävän materiaalin kokonaismääriin nähden. Haastateltavien mukaan työmenetelmä tulee varmasti yleistymään. Esimerkiksi Tanskassa hiekoitusmateriaalin talteen kerääminen ja puhdistaminen on vakiintunut työtapana.

ELY -keskuksen sopimuksissa **puhtaanapito on kokonaishinnalla tehtävää työtä.** Urakoitsijat eivät halunneet kertoa eri työmenetelmien kustannustietoja haastattelun yhteydessä. Yleisesti voidaan todeta, että mitä useampi yksikkö tarvitaan kohteeseen, sitä enemmän puhdistaminen maksaa. Tämän takia puhdistustyö kannattaisi ajoittaa räntä- tai vesisateen jälkeen. Lisäksi toimenpidekertojen määrä nostaa hintaa. Tämän takia puhdistustöihin ei kannata ryhtyä ennen kuin pientareet ovat kunnolla sulaneet.

Urakoitsijat mainitsivat **pölyntorjunnan suurimmiksi haasteiksi liikenteen vaikutuksen** torjuntatöissä. Työt pitää tehdä ns. hiljaisen liikenteen aikaan, minkä takia pölyntorjuntatöihin ei päästä silloin kun sää on otollinen. Toisaalta puhdistustyöt itsessään vaarantavat liikennettä, minkä takia on ymmärrettävää, ettei niitä saa tehdä vilkkaan liikenteen aikana. Lisäksi koneista ja osaavista kuskeista on tietyillä alueilla puutetta. Kalustoon on kumminkin haastavaa investoida, koska erikoiskaluston vuosittainen käyttöaika on lyhyt.

4.7 Pölyntorjunnan kustannukset

Pölyntorjunnan kustannuksista ei ole tehty kattavaa selvitystä, jossa kävisi ilmi tiettyyn hyväksyttävään lopputulokseen käytettävissä olevien kalustojen investointi- ja käyttökustannukset. Kustannusarviointia hankaloittaa lisäksi, että viime kädessä katujen puhdistuksen tehokkuus riippuu paitsi käytettävän laitteiston tehokkuudesta, myös puhdistuksen toistojen tiheydestä. Tarvittava määrä puhdistuksen toistoja riippuu puolestaan katuja likaavien pölyn lähteiden voimakkuuksista.

Tässä työssä pölyntorjunnan kustannuksia selvitettiin kirjallisuuslähteiden lisäksi haastatteleamalla asiantuntijoita sekä hankkimalla tietoa kaluston investointikustannuksista internetin kauppapaikoista (nettikone.com) ja valmistajilta. Työkustannuksia selvitettiin haastatteleamalla Vantaan ja Helsingin kaupunkien sekä liikelaitos Staran edustajia sekä urakoitsijoiden ja tilaajan organisaatioiden edustajia. Kustannustiedon saaminen julkiseen käyttöön osoittautui haastavaksi paljolti siksi, että kyse on liikesalaisuuksista.

Tilaaajaorganisaatioilta löytyy jonkin verran kustannustietoutta. Näiden tietojen ongelmana on, että sopimustekniset ratkaisut piilottavat syntyneitä kustannuksia eikä kustannuserittely ole siksi mahdollista. Lisäksi kustannuslaskentaan sisällytetään eri tahoilla eri toimenpiteitä. Vertailuvuosilla on myös suuri merkitys, sillä toimenpiteet riippuvat paljon keliolosuhteista erityisesti keskilämpötilasta. Selkeimmin kustannuksia saatiin esiin Kuopion kaupungille tehdystä opinnäytetyöstä, jossa selvitettiin kahden eri alueurakoitsijan talvihoidon kustannuksia (Tiainen, 2015).

Pölyntorjunnan tehostamisen näkökulmasta on tärkeää suhteuttaa syntyviä kustannuksia muun kunnossapidon kustannuksiin. Pölyntorjunnan kustannukset olivat Vantaalla vuonna 2016 noin 10 % kunnossapidon kokonaiskustannuksista. Vastaava osuus Kuopiossa oli 5–7 % vuonna 2014. Vantaalla pölyntorjunnan vuosittainen kilometrihintaa on 900 €/km/v ja Kuopiossa 250–366 €/km/v. Kuten havaitaan, hinnoissa on merkittävä ero. Eroa selittävät useat tekijät, kuten ilmastolliset eroavaisuudet, erot eri vuosien välillä, erot väylien hoitoluokissa ja pituuksissa sekä hintatasossa eri alueilla. Vantaalla kustannuksia nostavat toistuvat lämpötilavaihtelut 0 °C ympärillä, mikä lisää sekä suolan että hiekan käyttöä. Lisäksi Vantaalla on suurempi määrä kaduista korkeammassa hoitoluokissa kuin Kuopiossa. Vantaalla pölyntorjunta toistetaan useamman kerran pahimmissa kohteissa ja kesällä katuja myös pestään.

Kustannuksiin vaikuttaa käytettävä kalusto. Hiekan poistoa ja pesua voidaan tehdä monenlaisella kalustolla. Niiden hinnoissa on suuria vaihteluja. Hiekkaa kerätään pienillä erikoislaitteilla, harjajärjestelmillä varustetuilla traktoreilla ja kuormaajilla. Katuja ja teitä pestään harjoilla ja tankeilla varustetuilla kuorma-autoilla. Investointikustannus puhdistuskoneilla vaihtelee 140 000–200 000 € välillä. Kuorma-auton päälle laitettavat kontit maksavat 120 000 € ja pienet koneet 15 000 €. Lisäksi käytetään suodattimia vähentämään toimenpiteen päästövaikutusta. Näiden hinta on muutamien tuhannen euron luokkaa. Harjayksikön hinta vaihtelee 5 000–15 000 € välillä. Koneita ja laitteita on myynnissä sekä uutena että käytettynä, millä on vaikutusta koneen odotettuun käyttöikänsä sekä käyttökustannuksiin.

Työmenetelmien osalta todettaneen, että kaikki pölyntorjunnan menetelmät edellyttävät vähintään yhden henkilön kaluston käyttäjäksi. Usein tarvitaan kaksi kalustoyksikköä samanaikaisesti, kun puhdistetaan korkealuokkaisempia pääkatuja.

5 Keskeiset ongelmakohdat

Maanteiden varsilla pölylle altistuu vuosittain kymmeniä tuhansia ihmisiä. Pöly kertyy sinne eri lähteistä. Haitan merkittävytydestä huolimatta kattavaa ongelmakohteiden kartoitusta ei kuitenkaan käytännössä ole tehty. Suurimmat ongelmat ja pitoisuuksista saadut valitukset saadaan **keväällä katupölykaudella**. Sääoloista hankalimpia ovat talviaikaan kuiva ja vähätuulinen pakkassää, jolloin ilma ei pääse sekoittumaan. Keväällä hankalin sää on kuiva ja tuulinen, jolloin katupöly nousee ilmaan. Myös tyynien inversio-tilanteiden on havaittu nostavan pitoisuuksia.

Kuntien ilmanlaadun seurannasta vastaavien mukaan ongelmia on **erityisesti tiiviisti rakennetuilla taajama-alueilla**, ei niinkään harvemmin rakennetuilla omakotitalo-alueilla. Erityisesti ongelmia aiheutuu **vilkasliikenteisten (KVL 10 000 tai yli) väylien varrella**. Suuri raskaan liikenteen osuus pahentaa tilannetta. Paikallisia ongelmakohteita ovat sellaiset, joissa hiekoitetaan tavallista enemmän eli pistehiekoituskohteet; esimerkiksi **bussipysäkit sekä liittymäalueet mäkien päällä**. **Myös pyöräteiden puhdistukseen** on saadussa palautteessa kiinnitetty huomiota.

Maanteiden keskeiset ongelmakohdat pölylle altistumisen kannalta sijaitsevat alueilla, missä **liikennemäärän suuruudesta johtuen tienpinnan ja renkaiden kulumisen aiheuttavat suoria hiukkaspäästöjä ja suspensiopäästöjä**. Ongelmia on myös alueilla, missä **kunnossapidon toteutus vaikuttaa pitoisuuksiin**. Hiukkasista saadut valitukset liittyvät kunnossapidossa käytettyihin menetelmiin ja ajankohtaan. Melko paljon palautetta on saatu esimerkiksi katupölyn harjaamisesta kuivana, vaikka kunnossapidosta annetut ohjeet ja hyvät käytännöt opastavat oikeansuuntaisesti välttämään kuivana harjausta.

Ongelmallisia kohteita ovat myös **eri kunnossapitäjien vastuualueiden yhtymäkohdat**, joissa kirjavuutta on menetelmissä ja kunnossapidon ajankohdissa, vaikka urakoitsijat seuraavatkin milloin kunta aloittaa puhdistustoimenpiteet. Taloudellisena ongelmana on, että **pölyntorjunta ajoittuu kevätaikana noin kuukauden mittaiselle jaksolle**, jota varten hankittavaa erikoiskalustoa on haastavaa saada tietyille alueille (esim. imuauto syrjäiseen taajamaan). Tämä vaikuttaa osaltaan myös valittaviin työmenetelmiin.

Pääkaupunkiseudulla, missä taajamissa käytetään hiekoitusta ja suolausta, renkaan kuluttaman päällysteen osuus päästöistä on noin puolet ja hiekoituksen noin neljännes. Tämä kuitenkin vaihtelee talven olosuhteista riippuen (joinain talvina ei tarvita ajoratojen hiekoitusta lainkaan). Kohteissa, joissa tukeudutaan vain hiekoitukseen, sen rooli oletettavasti korostuu entisestään. Kuluman merkitys pitoisuuksissa on suurempi maanteillä, missä liikennemäärät ovat suuremmat. Niillä liukkauden torjuntaan käytetään hiekan sijasta suolaa eli tyypillisesti talvihoitoluokissa Is ja I.

Hiekan käytön suhteen suhteellisesti ongelmallisimpia maanteitä ovat talvihoitoluokkien II ja III tiet sekä osin talvihoitoluokka Ib, joissa käytetään liukkaudentorjunnassa kelin mukaan myös hiekkaa (kunnossapidonmenettelyt kuvattu tarkemmin luvussa 4). Näiden hiekalla liukkautta torjuttavien teiden keskimääräinen vuorokausiliikenne on 3 000 autoa tai sitä alhaisempi. Muilla teillä hiekoitusta tehdään vain alle -6 °C pakkasjaksojen aikana sekä pistehiekoituskohteissa. Myös kevyen liikenteen väylät hiekoitetaan. Siksi ne ovat käyttäjille keväisin potentiaalinen altistumiskohde, joskin pyöräily ei riitä yksinomaan aiheuttamaan pölyn nousua tien pinnasta.

Ongelmakohtien tunnistamiseksi tarkasteltiin taajamissa sijaitsevia vilkasliikenteisiä maanteitä (KVL 10 000 tai yli), liukkaudentorjunnan toteutusta niillä sekä altistumista hyödyntäen suosituksia ilmanlaadun suojaetäisyyksistä. Maanteitä selvitettiin paikkatietoanalyysin avulla. Analyysi rajattiin koskemaan Tilastokeskuksen yhdyskuntarakenteen seurannan aineistojen (YKR) taajama-alueita. Taajama-alueilla tarkoitetaan vähintään 200 asukkaan taajaan rakennettua aluetta. Rajausta perustuu 250 m x 250 m ruudukkoon, jossa huomioidaan asukasluvun lisäksi rakennusten lukumäärä, kerrosala ja keskittyneisyys. Analyysi perustuu YKR-taajama-alueella sijaitsevaan maantieverkon tierekisteritietoihin. Tieverkon pituutta tarkasteltiin tieluokan, liikennemäärän sekä kunnossapitoluokan mukaan. Tierekisteri on päivältä 26/01/2018.

ELY-keskuksen hoitamia väyliä taajamissa on yhteensä noin 12 700 km. Määrästä noin 4 100 km (32 %) on jalankulun ja pyöräilyn väyliä, joissa liukkaudentorjuntaan käytetään hiekkaa. Noin 17 % taajamien maanteistä on valtateitä ja 4 % kantateitä, joiden liikennemäärät ovat suhteessa muihin teihin suuria. Taajamien maanteistä 13 % on seututeitä ja 33 % yhdysteitä. Jalankulun ja pyöräilyn väylien liikennemäärästä ei ole tietoa. Maanteistä muita väyliä on noin 23 %. Niiden liikennemäärä on alle 1 000 ajoneuvoa vuorokaudessa (taulukko 4).

Taajamassa sijaitsevista maanteistä kuuluu hoitoluokkaan II (19 %), III (7 %), Ib (14 %), tai Is (12 %) eli noin puolet taajamien maanteiden pituudesta. Niissä pääasiallinen liukkaudentorjunta toteutetaan kokonaan 26 % ja osin hiekalla 26 % (taulukko 3).

Taulukko 3. Taajamien maantieverkko hoitoluokan ja liikennemäärän mukaan jaoteltuna (km) sekä eriteltynä talvikunnossapidon mukaan. Ympyröitynä todennäköisesti merkittävät pölypäästökohteet liikennemäärän ja hiekan käytön suhteen.

KVL	Is	I	Ib	Tib	II	III	K1	K3	El tietoa	Yhteensä
alle 1000	190	40	130	40	1 630	870	0	0	0	2 900
1 000 - 2 999	250	190	1 210	270	740	10	0	0	0	2 680
3 000 - 5 999	250	700	330	120	30	0	0	0	0	1 430
6 000 ja yli	840	240	60	30	0	0	0	0	410	1 590
El tietoa	0	0	0	0	0	0	2 360	1 720	0	4 080
Yhteensä	1 540	1 170	1 740	460	2 400	880	2 360	1 720	420	12 680
%osuus	12 %	9 %	14 %	4 %	19 %	7 %	19 %	14 %	3 %	100 %
Liukkaudentorjunta	Pääosin suola		Kelin mukaan		Pääosin hiekka					

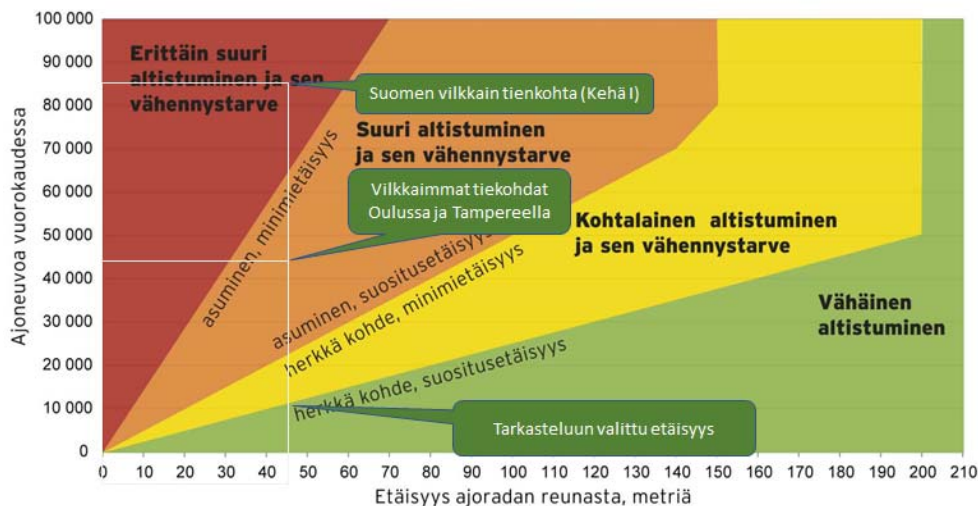
Taulukko 4. Taajamien maantieverkko tieluokan ja hoitoluokan mukaan jaoteltuna (km).

Tieluokka	Is	I	Ib	Tib	II	III	K1	K3	El tietoa	Yhteensä
Valtatie	1 280	400	180	20	0	0	0	0	270	2 150
Kantatie	90	180	190	20	20	0	0	0	80	570
Seututie	130	380	670	70	320	0	0	0	60	1 630
Yhdystie	50	210	700	350	2 060	880	0	0	0	4 240
jk+pp-väylä	0	0	0	0	0	0	2 360	1 720	0	4 080
Kaikki yhteensä	1 540	1 170	1 740	460	2 400	880	2 360	1 720	420	12 680
Liukkaudentorjunta	Pääosin suola		Kelin mukaan		Pääosin hiekka					

Kun taajamien vilkasliikenteiset tiet oli kartoitettu tierekisterin ja YKR-aineiston avulla, hyödynnettiin altistumisen arvioinnissa pääkaupunkiseudulla kaupunkisuunnittelijoiden käytössä olevia suosituksia suojaetäisyyksistä ja Väestörekisterikeskuksen rakennus- ja huoneistorekisteriä.

Suojaetäisyydet ilmaisevat etäisyyden, jota lähemmäs ajoteitä ei tulisi sijoittaa asutusta tai herkkiä kohteita. HSY (Helsingin seudun ympäristöpalvelut) ja THL (Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitos) ovat päivittäneet nämä suositukset vuonna 2013 vastaamaan nykytietämystä. Näitä ilmanlaatuviolyhykkeitä on suositeltu käytettäväksi suunniteltaessa uusia asuinalueita ja täydennysrakentamista avointen katujen ja väylien läheisyyteen. Ilmanlaatuviolyhykkeet on esitetty kuvassa 8. Ilmanlaatuviolyhykkeissä suositeltu rakentamisetäisyys riippuu läheisen väylän liikennemäärästä ja siitä, onko kyseessä tavallinen asuinrakennus vai herkkä kohde. Herkkiä kohteita ovat esim. päiväkodit ja leikkikentät, asukaspuistot, koulut, palvelutalot ja sairaalat. Suositusetäisyyttä käytetään suunniteltaessa kokonaan uusia asuinalueita ja minimietäisyyttä käytetään täydennysrakentamisessa. (Salmi et. al., 2014).

Pölylle altistuvia tarkasteltiin 100 m bufferilla tien keskilinjasta (Liikenneviraston tierekisteri). Tämä bufferi vastaa tilannetta, jossa liikennemäärällä 10 000 KVL suositusetäisyys herkästä kohteesta tienreunasta mitaten on noin 45 metriä. Kuvassa 8 on esitetty, miten etäisyys suhtautuu altistumisen suuruuteen eri liikennemäärillä etäisyyden funktiona. Todellisuudessa vaikutukset ulottuvat monin paikoin myös kauemmaksi aina 200–300 metrin etäisyydelle, jonka jälkeen pitoisuudet vastaavat taustatasoa.



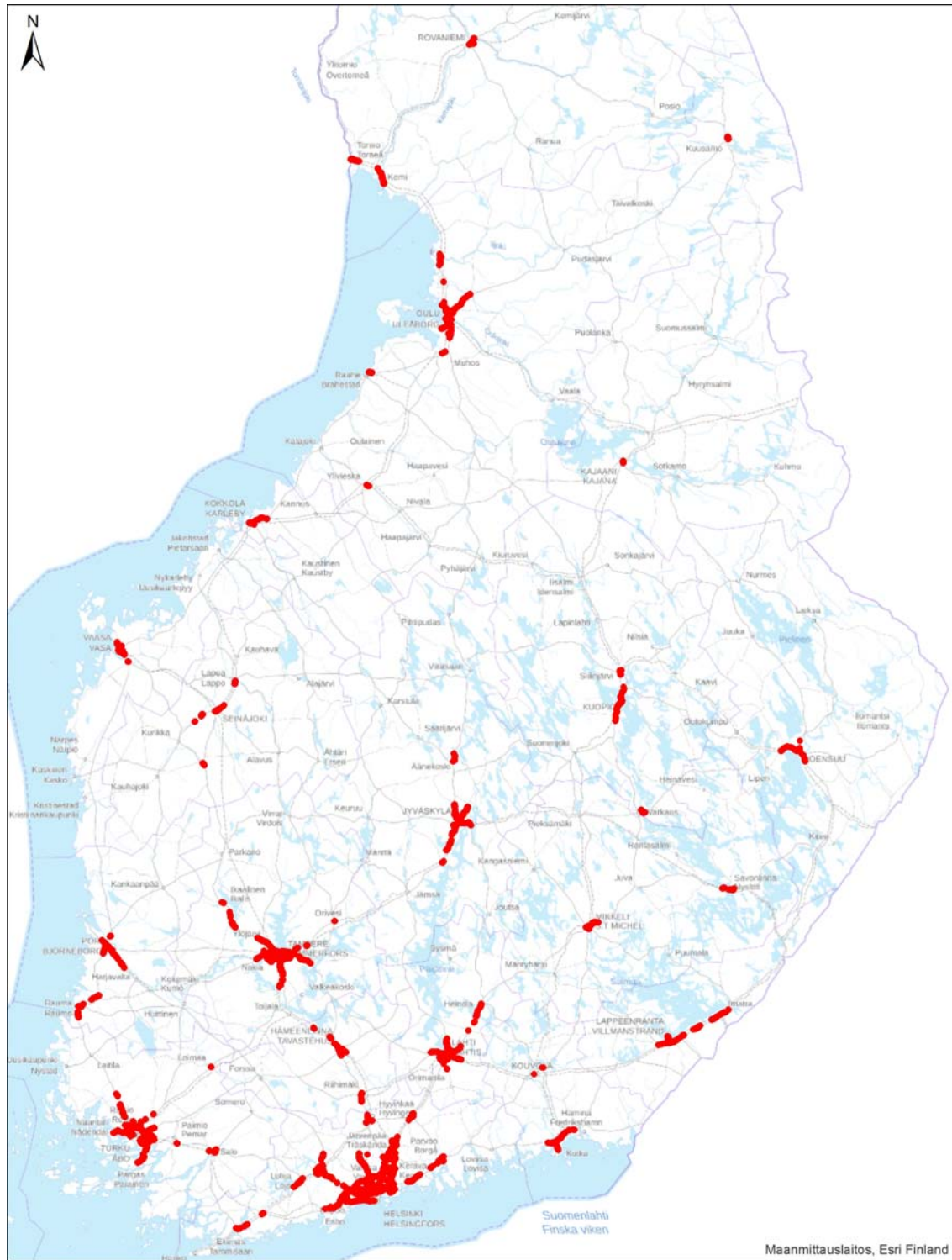
Kuva 8. Ilmansuojelun suojaetäisyydet suhteessa ajoneuvoliikenteen vuorokausimääriin.

Taajamissa asuu valitulla tarkasteluetaisyydellä noin 0,43 miljoonaa henkilöä. Suurin osa altistuneista asuu yhdysteiden (55 %) tai seututeiden (23 %) läheisyydessä. Näiden liukkaudentorjunta toteutetaan pääosin hiekalla (80 % yhdysteistä ja 20 % seututeistä). Kuitenkin vain erittäin vähäisellä määrällä näistä teistä KVL on yli 3 000. Pääosassa KVL on alle 1 000 (75 %).

Valtateiden varrella asuu 14 % ja kantateiden varrella asuu 7 % väestöstä. Eniten asukkaita asuu maanteiden varressa suurissa taajamissa. Yli 10 000 auton vuorokausiliikenteen varrella valitulla tarkasteluetaisuudella asuu noin 64 000 asukasta. Näistä Helsingissä, Espoossa, Vantaalla, Tampereella, Oulussa tai Turussa asuu 57 % asukkaista (kuva 9). Nämä asukkaat altistuvat maanteiden varsilla erityisesti päällysteen kulumisesta aiheutuville päästöille. Tarkemmat kuvat taajamista on liitteessä 1.

Keskeiset ongelmakohdat tiivistetysti:

- Pölyllä on suuri merkitys ihmisten terveydelle.
- Ongelmat liittyvät erityisesti suuriin liikennemääriin taajamassa katuverkolla (tien ja renkaan yhteisvaikutus).
- Ongelmat ovat lisääntymässä, kun maankäyttö lisääntyy maanteiden varrella
- Kunnossapidon laatu vaihtelee. Suurta osaa puhdistuslaitteista ei ole suunniteltu keräämään hengitettävän kokoluokan pölyä
- Pölynsidonta on tehokas ensiapu vähentää korkeita pitoisuuksia, mutta pölynsidontaa on maantieverkolla tutkittu vain muutamissa kaupungeissa. Lisäksi se ei poista tarvetta pölynpoistoon.
- Hiekan käyttömäärään ja laatuun olisi kiinnitettävä huomiota altistuvissa kohteissa (erityisesti pysäkit, kevyen liikenteen väylät, kiertoliittymät ja niiden ympäristöt)
- Laatu nostaa hintaa, mutta pölynpoiston kustannus alle 10 % väylien kunnossapidon kustannuksista
- Puhdistetut alueet eivät pysy puhtaana, koska alueellinen yhteistyö (urakoitsijat-kunta-kiinteistöt) ei toimi riittävän hyvin.



Kuva 9. Taajamien maantiet, joilla vuorokausiliikenne on yli 10 000 ajoneuvoa ja alle 100 metrin etäisyydellä YKR-taajamassa asuu ihmisiä.

6 Mahdollisuudet haittojen vähentämiseen

6.1 Vähentämiskeinot muissa Pohjoismaissa

Ruotsissa ja Norjassa on talvisten keliolosuhteiden vuoksi vastaavia pölyongelmia kuin Suomessakin. Tutkimuksia pölystä ja sen torjuntakeinoista on tehty niissäkin erityisesti 2000-luvulla. Viime vuosina on toteutettu myös yhteisiä pohjoismaisia tutkimuksia.

Ruotsissa on tutkimusten perusteella toteutettu nastarengaskielto tietyillä kaduilla vuodesta 2010 alkaen. Nastarenkaiden osuus on Ruotsissa laskenut Tukholman sisääntuloväylillä noin 75 % osuudesta vuonna 2005 noin 63 prosenttiin vuonna 2011. Vaikka nastarenkaiden käyttöä on vähennetty, lisävähentäminen 65 %-sta 50 %:iin todettiin vuonna 2014 tehdyssä mallilaskelmassa edelleen tehokkaaksi keinoksi pitoisuuksien laskemiseksi.

Myös Norjassa on pyritty vähentämään pölypäästöjä etenkin nastattomien renkaiden hankinnan tukemisen ja maksujen kautta sekä lisäksi kuten Ruotsissakin informaatiokampanjoin. Oslossa nastattomien renkaiden osuus vuonna 2017 oli 88 %. Suomessa tilanne on päinvastainen: nastarenkaiden osuus vaihtelee 76–93 prosentin välillä ol-
len pienin etelässä ja kasvaen mentäessä kohti pohjoista. (Ritola, 2018).

Sekä Ruotsissa, että Norjassa on pölyn torjunnassa yleisesti käytössä useita toimenpiteitä.

Ruotsin liikenneviraston toimenpideohjelma hiukkasten, typpidioksidin ja hiilivetyjen haittojen vähentämiseksi herkillä alueilla sisältää seuraavat toimet:

1. Vähemmän päästöjä ajoneuvoista ja koneista
2. Vähemmän kulumatuotteita (nastarengasrajoitukset, pesu ja pölynsidonta)
3. Ympäristönopeusrajoitukset
4. Altistumisen vähentäminen (yhdyskuntasuunnittelu)
5. Tulevaisuudessa yksityisautoilun tarpeen vähentäminen eri keinoin

Hiekoituksen käyttö on Ruotsissa lopetettu liikenneviraston ylläpitämällä teillä jo vuosia sitten. Myös Norjassa ovat Ruotsia vastaavat ratkaisut toimenpidelistalla. Esimerkiksi vähäpäästöistä hankintaa tuetaan erilaisilla kannustimilla. Liikenteen määrään pyritään vaikuttamaan yhdyskuntasuunnittelulla, kevyen liikenteen edistämisellä, tiemaksuilla ja pysäköinnin rajoituksin. Talvikaudella on käytössä alhaisemmat ajonopeudet. (Ritola, 2018)

Valtakunnallisten toimenpiteiden ohella kunnat vaikuttavat omilla toimillaan pölyn torjuntaan tällöin käytössä ovat edellä mainituista liikenneviraston toimista toimet 2–5.

Seuraavassa taulukossa 5 on esitetty Pohjoismaissa käytössä olevia pölyntorjuntakeinoja ja arvioita niiden tehokkuudesta.

Taulukko 5. Pohjoismaissa käytössä olevia keinoja katupölyn vähentämiseksi ja arvioita niiden tehokkuudesta (Nordic Council of Ministers, 2017).

Toimenpide ja merkitys pölyhaitan muodostumiselle	Toteutustapoja Pohjoismaissa	Arvioita tehokkuudesta
Nastarenkaiden käytön vähentäminen, mikä vähentää tien kulumisesta syntyviä hiukkasia.	Useissa Norjan kaupungeissa (Oslo, Bergen, Trondheim) toteutettu maksu tai vero	***
	Käyttökielto yksittäisillä kaduilla tai laajemmilla alueilla Ruotsin kaupungeissa (Tukholma, Uppsala, Göteborg)	yleisesti * - ** kieltokadulla ***
	Kaikissa Pohjoismaissa vuodenaikaiset kiellot	***
	Informaatiokampanjat Norjassa, Ruotsissa ja Suomessa	*
Pölynsidonta vähentää suspensiota	Useat Pohjoismaiden kaupungit käyttävät pölynsidontaa käyttäen eri suola-vesiseoksia (CMA, CaCl ₂ ja MgCl ₂)	*** lyhytaikainen vaikutus, joka riippuu ilman kosteudesta
Alueelliset ympäristöperusteiset nopeus-rajoitukset, jotka vähentävät kulumista ja suspensiota	Käytössä Oslossa ja Tukholmassa teillä ja kaduilla	** vaikuttaa myös liikenteen määrään
Puhdistus vähentää suspensiota sekä tiekulumisen ja hiekan päästöjä	Käytössä useita erilaisia puhdistusmenetelmiä	menetelmästä riippuen vaihtelee – - **
Hiekoituksen ja suolauksen optimointi ja vähentäminen vähentävät kulumista ja suspensiota	Useissa kaupungeissa hiekan käytön rajoituksia tai korvausta suolalla. Monissa kaupungeissa käytetään puhdistettua tai seulottua hiekkaa.	* tai **
Päällysteen ominaisuuksien optimointi, jolla vähennetään tien kulumista	Päällystestandardit edellyttävät kulutuskestävyyttä. Asfalttikokeiluja tehty.	* - *** riippuen päällysteen kunnosta
Erilaiset liikennetoimenpiteet vähentävät liikennettä ja sitä kautta kulumista ja suspensiota	Useita eri toimenpiteitä käytössä eri kaupungeissa: ruuhkamaksut (Tukholma, Göteborg) tullit (Oslo), pysäköinnin rajoitukset, joukkoliikenteen edistäminen jne.	* - ** riippuen toimenpiteestä

* vähemmän tehokas toimenpide tai tutkimuksin ei todennettu

*** erittäin tehokas toimenpide, joka on tutkimuksin todennettu

6.2 Yleiset mahdollisuudet

Katupölyn aiheuttamia haittoja voidaan poistaa vaikuttamalla hiukkasten syntyyn, hiukkasten leviämiseen ja niille altistumiseen (taulukko 6).

Taulukko 6. Katupölyyn vaikuttamisen keinoja taajamissa.

Estetään hiukkasten synty	Ensisijainen toimija
Tien kulumista vähentävät liikenteen toimenpiteet <ul style="list-style-type: none"> – Liikenteen määrän vähentäminen – Nopeuksien vähentäminen valituissa kohteissa – Raskaan liikenteen määrään vaikuttaminen valituissa kohteissa – Renkaiden valintaan vaikuttaminen 	Kunnat katuverkolla Liikennevirasto maanteillä
Puhtaampi tekniikka <ul style="list-style-type: none"> – Taloudellinen ohjaus (hinnoittelu)- esim. renkaat – Lainsäädännön kehitys (EU)- jarrut, renkaat, päällysteet – Materiaalien ja menetelmien kehittäminen (päällysteet, liukkaudentorjunta) – Kunnossapidon hankinnat, ohjeet ja sopimukset – Talvirenkaiden tuotekehitys 	Ministeriöt Tutkimus Liikennevirasto, kunnat
Estetään hiukkasten leviäminen	Ensisijainen toimija
Poistetaan hiukkaset väyläympäristöstä <ul style="list-style-type: none"> – Väylien, pysäkkien ym. puhdistus – Hiekan poisto kostuttamalla ja harjaamalla – Hienoaineksen poisto imulakaisulla ja painehuuhtelulla 	Kunnat, Liikennevirasto
Estetään hiukkasten pääsy ilmaan <ul style="list-style-type: none"> – Pölynsidonta – Nopeuksien lasku – Raskaan liikenteen rajoitukset 	Kunnat, Liikennevirasto
Estetään lähiympäristön aiheuttama pölyäminen <ul style="list-style-type: none"> – Rakennustyömaiden ym. päästölähteiden pölyn hallinta – Alueellinen yhteistyö pölyntorjunnassa 	Kunnat, Liikennevirasto
Vähennetään altistusta	Ensisijainen toimija
Ehkäistään yhdyskuntasuunnittelulla sekä rakennusten sijoittelulla altistumismahdollisuutta	Kunnat
Kohdennetaan toimia taajamiin ja paikkoihin, joissa oleskellaan paljon <ul style="list-style-type: none"> – Bussipysäkit – Kevyen liikenteen väylät – palvelukeskukset 	Kunnat, Liikennevirasto
Parannetaan kunnossapitotoimia korkeiden pitoisuuksien aikana ja niitä ennakkoiden <ul style="list-style-type: none"> – Pitoisuuksien seuranta – Säätilan seuranta 	Kunnat, Liikennevirasto

Hiukkasten syntyä voidaan ehkäistä esimerkiksi keinoilla, joilla vaikutetaan liikenteen määrään, ajonopeuksiin ja alueelle tulevien ajoneuvojen ominaisuuksiin, kuten renkaisiin (nastarenkaiden käytön kiellot ja renkaiden tuotekehittely), ajoneuvon kokoon (raskaiden ajoneuvojen käytön rajoitukset) ja käyttövoimaan (puhtaiden ajoneuvojen suosiminen), kuten Ruotsin ja Norjan toimenpideohjelmassa.

Pölyhaittojen kannalta toimet ovat perusteltuja erityisesti erityisen herkillä alueilla, missä pitoisuudet ovat korkeat ja/tai altistuvia kohteita on paljon. Näitä tilanteita voi olla erityisesti kaupunkien keskustoissa, missä rakennukset omalta osaltaan vaikuttavat hiukkasten leviämiseen. Nämä tilanteet eivät ole tyypillisiä maanteiden varsilla, joskin kasvavilla kaupunkiseuduilla on painetta asutuksen lisäämiseen vilkkaiden sisääntuloväylien varteen ja siten kyseiset tilanteet voivat jatkossa olla mahdollisia.

Tukholmassa tehdyissä mallilaskelmissa on todettu, että tarkasteltaessa alennettua ajonopeutta, pölynsidontaa sekä nastarenkaiden osuuden ja liikennemäärän vähentämistä suurin alenema pitoisuuksiin saatiin vähentämällä nastarenkaiden osuutta 65 %:sta 50 %:iin. Toiseksi tehokkain tapa oli laskea ajonopeutta 90 km:sta/h 80 km:iin/h tai vähentämällä liikennemäärää 10 000 ajoneuvolla/vrk. Käytännössä toimenpiteet voidaan toteuttaa kuten Ruotsissa ja Norjassa on toteutettu eli käyttökielloilla, taloudellisella ohjauksella tai nopeuden osalta liikennesuunnittelulla sekä vaikuttamalla ajokäyttäytymiseen ja asenteisiin.

Päästöjen syntyyn voidaan vaikuttaa myös materiaalitutkimuksella, jolla estetään kulumisesta aiheutuvia päästöjä. Materiaalivalintoihin ajoneuvoissa (esimerkiksi jarrut) voidaan vaikuttaa lähinnä EU-lainsäädännön kautta ja niiden käyttöön ottoa voidaan edistää taloudellisella ohjauksella. Tutkimuksella on merkittävä rooli päästöjen vähentämisessä. Esimerkiksi päällystetutkimuksessa haetaan ratkaisuja, joilla samanaikaisesti vaikutetaan hiukaspäästöjen muodostumiseen eli kulutuskestävyyteen ja meluun ja jotka kestävät esimerkiksi suolan vaikutusta.

Kunnossapidon toteutuksella voidaan vähentää päästöjä hiekan ja murskeen valinnalla sekä käyttämällä niitä ennakoivasti tarpeellisiin kohtiin. Niiden käytön ongelma on kuitenkin hyvälaatuisen hiekan ja murskeen saatavuus ja hinta.

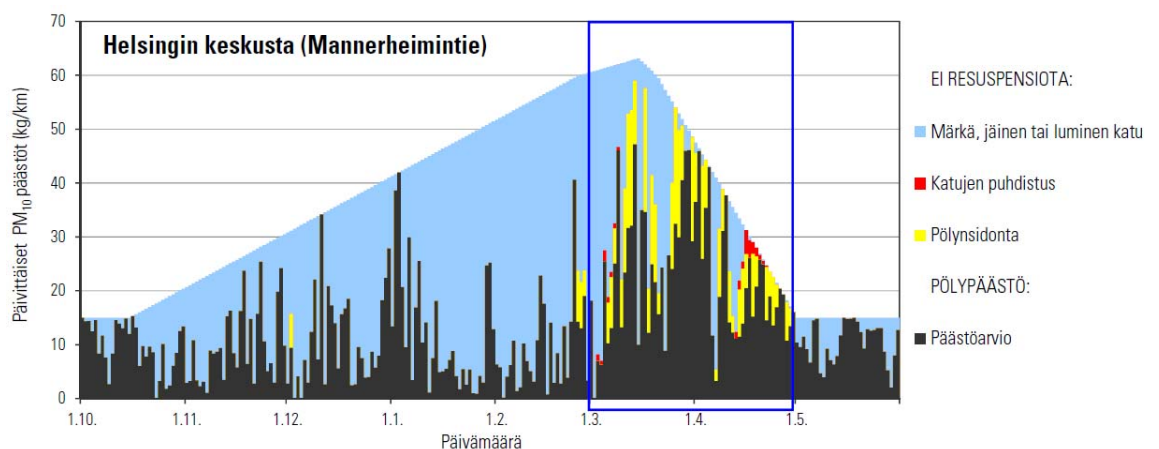
Hiukkasten lähiympäristöön leviämiseen vaikuttaa, miten tehokkaasti hiukkaset poistetaan väyläympäristöstä eli väylältä, pientareelta ja piennaralueen ulkopuoliselta alueelta, mistä se voi nousta ilmaan ajoneuvon aiheuttaman ilmapyörteen tai tuulen vaikutuksesta. Toisaalta leviämiseen vaikuttaa, miten pöly pysyy tienpinnassa. Pysymistä voidaan parantaa pölynsidonnalla, alentamalla nopeuksia ja vaikuttamalla raskaiden ajoneuvojen määrään.

Myös muiden lähteiden, erityisesti rakennustyömaiden päästöillä ja muilla väylillä olevan pölyn määrällä, on vaikutusta pitoisuuksiin. Siksi tehokas kevätpuhdistus vaatii laajojen alueiden puhdistusta samanaikaisesti ja puhdistuksen toistoja. Ilmanlaadun seurannasta vastaaville osoitetussa kyselyssä ilmeni, että alueellisessa yhteistyössä olisi kehittämisvaraa. Tällöin kuntien, kiinteistöjen ja maanteiden puhdistuksen ajoituksella voitaisiin estää pölyn leviäminen alueelta toiselle ja näin parantaa ilmanlaatua.

Kunnossapidosta tehdyissä tutkimuksissa on havaittu, että tien pölyisyydellä on suuri merkitys puhdistuksen tehokkuuteen. Myös karkean aineksen määrällä on vaikutusta hengitettävien hiukkasten puhdistuksen tehokkuuteen. Kun karkea aines on poissa, voidaan väylä huuhdella korkealla veden paineella ja näin vähentää hengitettävien hiukkasten pitoisuutta. Pölyisissä kohteissa modernilla painepesevällä imulakaisukoneella (PIMU) saavutettiin parempia tuloksia katupölyn vähentämisessä kuin perinteisellä imulakaisukoneella. Katujen puhdistuksessa suhteellisen hyvää kustannustehokkuus saavutettiin vilkkaasti liikennöidyissä kohteissa, joissa pölymäärä oli suuri ja katujen puhdistus aloitettiin aikaisin keväällä. Puhdistuksen myöhentäminen heikentää kustannustehokkuutta, sillä suuri osa pölystä on jo puhdistunut tai levinnyt ympäristöön sateiden, tuulten ja liikennevirtojen mukana. (Redust- hankkeen loppuraportti, 2014).

Tavallisesti maanteiltä ei poisteta katupölyä vaan tehdään märkänä tehtävä harjaus, jossa hiekka, sora tai sepeli harjataan pientareelle. Materiaali poistetaan eli kerätään talteen vain, jos ei ole sorapiennarta esim. taajamaympäristöissä. Talteen kerätty materiaali päätyy yleensä jätteeksi. Nykyisin on myöskin enenevässä määrin alettu puhdistamaan soraa. Tämä on kumminkin vielä hyvin vähäistä liukkauden torjunnassa käytettävän materiaalin kokonaismääriin nähden.

Pölynsidonnalla tarkoitetaan päällystettyjen katujen kastelua pölyämistä estävillä liuksilla. Pölynsidonta-aine vähentää pölypäästöjä sitomalla pölyhiukkaset pinnoille ja suuremmiksi aggregaateiksi. Pölynsidonta ei kuitenkaan poista pölyä katuymäristöstä vaan puhdistus tulee järjestää myöhemmin (Helsinki 13/2009). Pölynsidonta tuotti REDUST-demonstraatioissa kaikkein varmmat tulokset lyhytaikaiseen katupölyn vähentämiseen. Kadun reunoille ja keskiviivan alueelle kohdennettu täsmäpölynsidonta vähensi päästöjä noin 40 % kahden päivän ajan ja koko kaistan pölynsidonta noin 60 % kolmen päivän ajan. Vaikutuksen voimakkuus ja kesto riippuvat aina olosuhteista, kuten säästä, liikennemäärästä ja tienpinnan toimenpidettä edeltävästä pölyisyydestä. REDUST-hankkeessa arvioitiin, että kevätpölykauden aikaan parannetuilla pölynsidonta- ja pesutoimenpiteillä voitaisiin vähentää 25 % vilkkaiden liikennekohteiden katupölypäästöistä. Kuvassa 10 mustat palkit kuvaavat katupölypäästöä ja värilliset osuudet arvioita parannetulla kunnossapidolla vähennetystä pölymäärästä. (REDUST- hankkeen loppuraportti, 2014)



Kuva 10. Päivittäiset PM_{10} -päästöt Mannerheimintiellä mittausjaksolla ja katujen puhdistuksen ja pölynsidonnan vaikutus päästöihin (REDUST- hankkeen loppuraportti, 2014).

Altistumisen kannalta on tärkeää kohdentaa toimenpiteitä kohteisiin, joissa altistuminen on pitkäaikaista, altistuvia on useita ja/tai pitoisuudet ovat korkeita. Toimenpiteiden kohdentamiseksi tarvitaan tietoa pitoisuuksista ja säätilojen kehityksestä. Erityisesti kevään ja osin syksyn ja talven pölykaudet ovat toimenpiteiden ajoituksen kannalta keskeisiä. Altistumisen kannalta tärkeää on ehkäistä ongelmien syntyä. Siinä yhdyskuntasuunnittelulla erityisesti maankäytön ja liikenteen yhteissuunnittelulla on tärkeä merkitys. Myös rakennusten, pysäkkien ja kevyen liikenteen väylien sijainnilla on merkitystä altistumiselle.

6.3 Liikenneviraston keinot ja niiden kustannukset

Liikennevirasto voi toteuttaa toimenpiteitä osana maankäytön ja liikennejärjestelmän suunnittelua sekä liikennesuunnittelua. Edellisessä huomio on ennalta ehkäisevästi potentiaalisten haittojen vähentämisestä. Jälkimmäisessä huomio on toimenpiteissä alueilla, joilla altistuvia on tai on tulossa paljon. Tällöin harkittavia toimenpiteitä katupölyn vähentämiseksi ovat ajonopeudet ja raskaan liikenteen määrään vaikuttaminen.

Merkittävimmät Liikenneviraston vaikutuskeinot liittyvät hankintoihin ja yhteistyöhön eri toimijoiden kanssa. Talvihoidon ohjeissa on osin jo määritelty pölyntorjunnan kannalta hyviä menettelyitä, joita on myös viety kunnossapidon urakkasopimuksiin. Niissä on kuitenkin edelleen kehittämismahdollisuuksia. Esimerkiksi puhdistustekniikan käytön määrittelyä voitaisiin täsmentää, tunnistaa erityisalueita, joihin puhdistus/pölynsidonta pitäisi kohdistaa ja puhdistuksen nopeuttamiseen ja ajoittamiseen kiinnittää huomiota altistumisen vähentämiseksi, hiekan ja sepelin laatua voitaisiin määritellä tarkemmin (vähimmäisraekoko) sekä määritellä yhteistyömenettelyt muiden lähialueiden kunnossapitäjien kanssa. Koska monet jo nykyisin ohjeistettui toimintatavat eivät ilmeisesti valitusten perusteella toimi, pitäisi puhdistuksen laadunvalvontaan kiinnittää enemmän huomiota esimerkiksi tekemällä alueurakkakatselmuksia ja pistokokeita.

Pölyn muodostumisen lisäksi päällysteillä on tärkeä merkitys myös liikenneturvallisuuteen ja meluun. Siksi on niiden laatumäärittelyjen kehittäminen tutkimustuloksiin ja muiden pohjoismaiden kokemuksiin perustuen ensi arvoisen tärkeää.

Koska altistumisen kannalta keskeiset kohteet sijaitsevat taajamissa, pitäisi kuntien kanssa laatia yhteinen suunnitelma, jossa toimenpidekohteita priorisoitaisiin, sovitaisiin puhdistuksen ja pölynsidonnan totuttamistavoista eri kohteissa sekä mahdollisista hälytysrajoista ja yhteistyömenettelyistä. Erityisesti tulisi tarkastella, miten huolehditaan, että kunnan, maanteiden kunnossapidon urakoitsijan ja kiinteistöjen toimenpiteet voidaan suorittaa siten, ettei pölyä vain siirretä paikasta toiseen vaan voidaan puhdistaa koko alueet tehokkaasti.

Uutta tietoa kunnossapidon tekniikoista, terveysvaikutuksista ym. tulee jatkuvasti. Siksi olisi hyvä huolehtia hyvien käytäntöjen jakamisesta joko koulutuksella, tietoa jakamalla ja ohjeistusta täydentämällä.

7 Alustava toimenpideohjelma

Työssä tarkasteltiin potentiaalisia katupölyn ongelmia maantieverkolla sekä Liikenneviraston mahdollisuuksia niiden poistoon. Työssä hyödynnettiin pohjoismaiden kokemuksia sekä katupölystä tehtyjä tutkimuksia. Vaikka kevätkautena katupölyongelma kattaa kaikki katujen ja teiden varret, on työssä tunnistettu ensisijaisia toimenpiteiden kohteita taajamissa. Nämä ovat alueita, joilla pitoisuudet voivat nousta korkeiksi ja joissa on merkittävästi altistuvia.

7.1 Merkittävimmät kohteet

Koska tutkimusten mukaan katupölystä noin puolet aiheutuu tien ja renkaan kulumisesta, on liikennemäärällä suuri merkitys syntyviin ongelmiin. Toinen merkittävä lähde on hiekoitus, joka aiheuttaa noin neljänneksen päästöstä. Paikallisia eroja on, eikä maantieolosuhteissa tehtyjä päästömittauksia ole juurikaan käytettävissä, mikä on työssä jouduttu ottamaan huomioon. Tuloksia tuleekin tulkita niin, että esiin nostetut kohteet ovat ainakin sellaisia, joissa pölyntorjuntaan tulisi kiinnittää aiempaa enemmän huomiota, mutta ongelmallisia kohteita voi paikallisista olosuhteista johtuen olla muuallakin esimerkiksi hiekkapintaisilla alemman tieluokan väylillä. Näitä ei kuitenkaan yleensä ole vilkasliikenteisissä taajamissa.

Maanteillä hiekkaa käytetään siis yleensä tieosuuksilla, missä liikennemäärät ovat alle 3 000 KVL tai erityistilanteissa sekä kevyen liikenteen väylillä. Huomion arvoisia kevyen liikenteen väylät ovat siksi, että altistuvat liikkuvat kyseisillä väylillä. Pyöräilijä tai muu liikkuja ei kuitenkaan itse riitä nostamaan pölyä tien pinnasta, vaan siihen tarvitaan riittävä tuuli tai läheisen kadun tai tien liikennevirta. Siksi kevyen liikenteen väylien puhdistukseen pitäisi kiinnittää huomiota taajamissa, missä kevyen liikenteen väylä sijaitsee maanteiden tai katujen välittömässä läheisyydessä. Muualla, missä liikennemäärät eivät ole suuria eikä hiekkaa käytetä lähellä altistuvia kohteita, kulumisen ja hiekan käytön yhteispäästön voidaan arvioida aiheuttavan edellä mainittuja vähemmän ongelmia eivätkä ne näin nouse ensisijaisesti toimenpiteitä vaativiksi kohteiksi, vaikka niilläkin toki puhdistustarvetta on.

Yleisesti ottaen maantieolosuhteissa leviämisolosuhteet ovat katuolosuhteita paremmat, sillä yleensä kyse on avoimemmasta ympäristöstä eivätkä pitoisuudet näin ollen muodostu yhtä korkeiksi kuin kaduilla. Taajama-alueilla voi kuitenkin olla asutustihentymiä eli altistuvia myös lähellä maantietä. Niissä on tarpeen tarkastella yhdessä paikallisten viranomaisten kanssa erityisesti korkean vuorokausiliikenteen (KVL 10 000 ja yli) maanteitä ja käytännössä havaittuja ongelmapaikkoja, kuten pysäkkejä ja kevyen liikenteen väyliä tehokkaiden puhdistus- ja muiden toimenpiteiden käyttöön ottamiseksi. Näiden alueiden huomioimista ja ongelmien ennaltaehkäisyyn suunnittelua tarvitaan jatkossa yhä selvemmin, sillä suuremmilla kaupunkiseuduilla pyritään yhdyskuntarakenteen eheyttämistavoitteen vuoksi lisäämään asumista ja oleskelua myös maanteiden läheisyydessä.

7.2 Seuraavat askeleet

Kun verrataan kunnossapidon nykykäytäntöjä esitettyihin parhaisiin käytäntöihin, voidaan sanoa, että 2000-luvulla on pölyntorjunta kehittynyt ja ohjeistusta siihen löytyy. Ongelmat ovat lähinnä toteutuksen yksityiskohdissa, kuten puhdistuksen laadussa, altistuvan kohteen huomioinnissa, ohjeiden noudattamisessa sekä pölyn leviämisen estämisestä jo puhdistetuille alueille.

Nopeimmin Liikenneviraston toimin voitaisiin päästöön vaikuttaa urakkasopimusten ja valvonnan kautta. Talvihoidon ohjeissa on jo määritelty pölyntorjunnan kannalta hyviä menettelyitä, joita on myös viety kunnossapidon urakkasopimuksiin. Koska monet jo nykyisin ohjeistetut toimintatavat eivät ilmeisesti täysin toimi, on tarpeen kiinnittää enemmän huomiota puhdistuksen laadunvalvontaan esimerkiksi tekemällä alueurakkakatselmuksia ja pistokokeita sekä harkitsemalla tarvittaessa sanktioiden käyttöönottoa. Valvontaa tehostamalla voidaan suhteellisen nopeasti parantaa puhdistuksen laatua. Valvonnan kehittämistä onkin pidettävä ensisijaisena Liikenneviraston pölyntorjunnan keinona. Laatua voidaan parantaa myös lisäämällä koulutusta ja hyvistä käytännöistä tiedottamista sekä ohjeistusta täydentämällä. Uusiin urakkasopimuksiin voidaan vähitellen niitä uudistettaessa viedä laatua parantavia täsmennyksiä esimerkiksi edellyttämällä, että hiekoitushiekka ja puhdistusmenetelmät valitaan altistuvissa kohteissa tarkemmin.

Koska keskeiset ongelmakohteet altistumisen suhteen sijaitsevat taajamissa, pitäisi suurimpien kaupunkien kanssa laatia yhteisiä suunnitelmia, joissa toimenpidekohteita priorisoitaisiin ja sovittaisiin puhdistuksen ja pölynsidonnän toteuttamistavoista sekä mahdollisista hälytysrajoista ja yhteistyömenettelyistä. Erityisesti tulisi huolehtia siitä, että kunnan, maanteiden kunnossapidon urakoitsijan ja kiinteistöjen toimenpiteet voidaan tehdä niin, ettei pölyä vain siirretä paikasta toiseen vaan alueet puhdistetaan tehokkaasti.

Sen sijaan Liikenneviraston toimintamahdollisuudet ovat rajalliset, kun on kyse renkasvalintoihin tai liikennepoliittisiin toimiin vaikuttamisesta, mitkä muissa pohjoismaissa on nostettu tärkeälle sijalle pölyhaittojen vähentämisessä. Liikennevirasto voi kuitenkin toteuttaa näitäkin pölyhaittoja estäviä ja vähentäviä toimenpiteitä pitkäjänteisesti muiden toimijoiden kanssa osana maankäytön ja liikennejärjestelmän suunnittelua sekä liikennesuunnittelua. Seuraavaan taulukoon 7 on koottu ehdotus Liikenneviraston alustavaksi toimenpideohjelmaksi.

Taulukko 7. Ehdotus alustavaksi toimenpideohjelmaksi

Liikenneviraston toimenpide ja ajoitus	Arvioitu vaikutus	Kustannustehokkuus
Maankäytön ja liikenteen yhteissuunnittelu	Estetään haittojen muodostumista	ei lisäkustannuksia
Ympäristönopeuksien käyttö	Parantaa liikenneturvallisuutta ja vähentää melua kohteissa, joissa paljon altistuvia. Kohtuullisen tehokkaaksi todettu tutkimuksin (Nortrip). Ruotsalaisissa tutkimuksissa saatu noin 5 µg/m pitoisuuden vähenemä vuorokausiarvoissa. (Ritola 2018)	vähäinen aikakustannuksen nousu, säästää onnettomuuskustannuksissa
Raskaiden ajoneuvojen ohjaaminen pois altistumisen kannalta tärkeiltä alueilta	Raskaan ajoneuvon vaikutus suspensioon on noin kymmenkertainen henkilöautoon verrattuna. Liikennesuunnittelullinen toimenpide	Lisää jonkin verran kuljetusyritysten kustannuksia
Urakkasopimusten kehittäminen		
Kalustoa koskevat määräykset	Parantaa puhdistuksen tasoa kriittisissä kohteissa	Kalliimpi kalusto nostaa hintaa
Hiekan/sepelin laadun määrittely	Pesuseulonta (0/6mm -> 1/6 mm) vähensi pölyä 20 % ja pesuseulonta (1/6 mm-> 2/6 mm) vähensi pölyä 20–25 % koeradalla. Hyvän lujuusominaisuuden murske vähensi pölyä 30 % verrattuna heikompaan (Helsinki 13/2009)	hiekan korvaaminen murskeella nostaisi haastattelujen mukaan taajamien hiekankäytön kustannuksia 65–80 %.

Liikenneviraston toimenpide ja ajoitus	Arvioitu vaikutus	Kustannustehokkuus
Pölynsidonnän määrän ja ajoituksen määrittely	pölynsidonta- ja pesutoimenpiteillä voitaisiin vähentää 25 % vilkkaiden liikennekohteiden katupölypäästöistä	Ajoitus parantaa kustannustehokkuutta, määrä lisää kustannuksia
Puhdistuksen /poiston -ajoitus	Parempi puhdistustulos	Parantaa kustannustehokkuutta
Valvonnan kehittämisen, laatua tukevien menettelyiden kehittäminen, sanktioiden käyttö	Parempi puhdistustulos	Lisää työvoimakustannuksia
Päällysteiden laatu-määrittely	Kun huomioon otetaan turvallisuus, melu ja kestävyys, kokonaisvaikutus positiivinen. Merkittävä pölylähde	vähäinen lisäkustannus tutkimuspanoksena, kokonaisuus lisää kustannustehokkuutta
Yhteinen suunnitelma pölyntorjunnasta suurimpien kaupunkien kanssa	Kohteiden parempi priorisointi Pölyntorjunnan ajoittuminen Toimivat menettelyt eri alueilla	Yhteistyön vaatima aikakustannus Toiminnan tehostumisen kautta saatava laadun parannus
Hyvien käytäntöjen ja tiedon levittäminen	Parantaa toimenpiteiden laatua	Vähäinen lisäkustannus, jos hyödynnetään olemassa olevia yhteistyöverkostoja ja tiedon jakamisvälineitä

Lähdeluettelo

Hänninen O., Korhonen A., Lehtomäki H., Asikainen A., Rumrich I., 2016. Ilmansaasteiden terveysvaikutukset. Ympäristöministeriön raportteja 16 | 2016.

KAPU- hankkeen loppuraportti, 2009. Katupölyn päästöt ja torjunta (KAPU 1 ja 2). Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 13/2009

Kupiainen 2018, ennakkotietoa tutkimushankkeesta: Ilman pienhiukkasten ympäristövaikutusten arviointi: toimenpide- ja torjuntavaihtoehtojen analyysi (BATMAN)

Kupiainen Kaarle & Ritola Roosa, 2009. Nastarengas ja hengitettävä pöly, Katsaus tutkimuskirjallisuuteen. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 6/2009.

Kupiainen K., Stojiljkovic A., Ritola R. 2018 maantiet ja pöly, koottuja tutkimustuloksia ohjausryhmän käyttöön

Lanki Timo, 2013. Katupölyn vaikutukset terveyteen, loppuraportti THL.

Liikennevirasto 1/2017. Maanteiden talvihoito, menetelmätieto-ohje.

Malkki, M., Loukkola, K., Portin, H., 2018. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2017. HSY:n julkaisuja 2/2018.

NASTA-projektin loppuraportti, 2013. Kitkarenkaiden käytöllä parempaa ilmanlaatua liikenneturvallisuudesta tinkimättä (NASTA). Helsingin kaupungin rakennusviraston julkaisuja 2013:4.

Nordic Council of Ministers, 2017. Road dust and PM10 in the Nordic Countries, Measures to reduce road dust emissions from traffic (NON- exhaust Road Traffic Induced Particle emissions- NORTRIP- research project).

Redust -hankkeen loppuraportti, 2014. Kunnossapidon keinot hengitettävän katupölyn vähentämiseen kaupunkiseuduilla (Redust). Life+-hanke, Loppuraportti.

Ritola Roosa, 2018. Pääväylien pölyntorjunta. Esimerkkejä muista pohjoismaista. Koottuja aineistoja ohjausryhmän käyttöön.

Salmi J., Laukkanen E., Hellsten A., Lovén K., 2014. Helsingin yleiskaava: Kaupunkibulevardien ilmanlaatuselvitys. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston yleissuunnitteluosaston selvityksiä 2014:29.

Salonen, Raimo, 2018. Suullinen tiedonanto katupölyn terveysvaikutuksista.

Soimakallio S., Hildén M., Lanki T., Eskelinen H., Karvosenoja N., Kuusipalo H., Lepistö A., Mattila T., Mela H., Nissinen A., Ristimäki M., Rehunen A., Repo A., Salonen R., Savolahti M., Seppälä J., Tiittanen P., Virtanen S., 2017. Energia- ja ilmastostrategian ja keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman ympäristövaikutusten arviointi. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 59/2017.

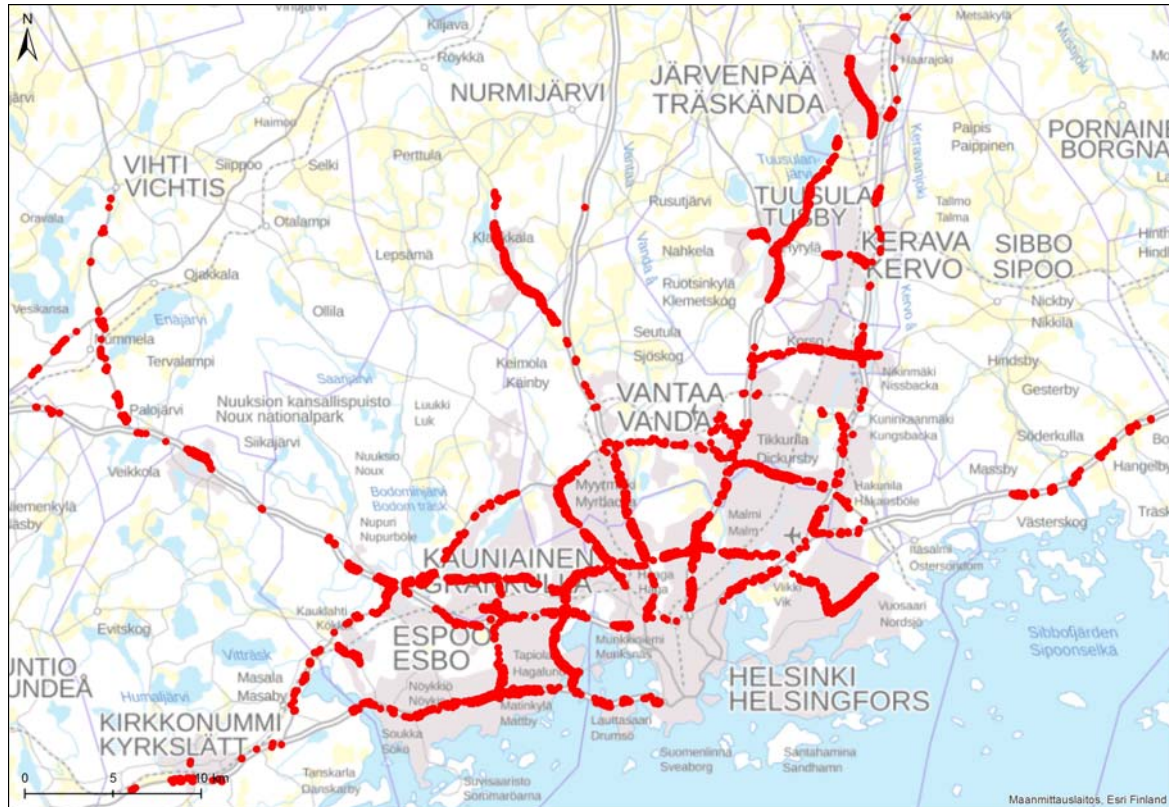
SYKE Policy Brief, 2017. Näkökulma ympäristöpolitiikkaan: Mikromuovit uhka ympäristölle.

Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitos (THL) kotisivut, 2018.
<https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/ilmansaasteet>

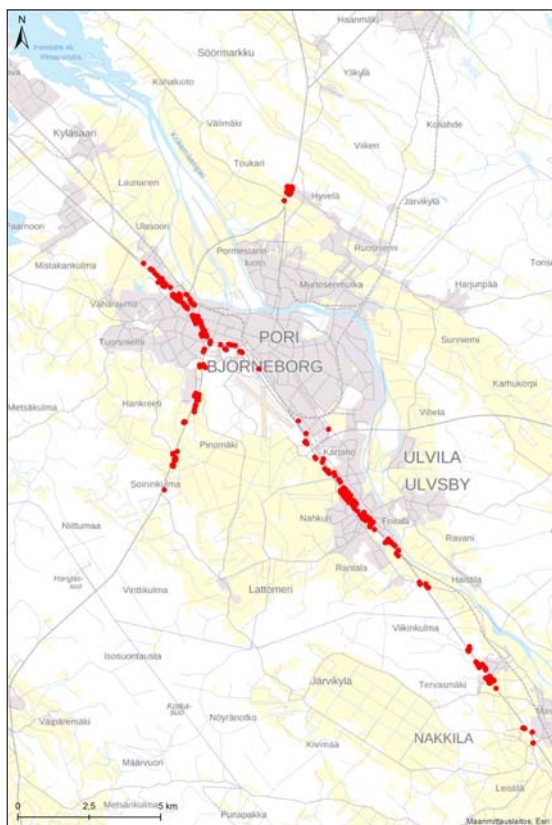
Tiainen Olli-Pekka, 2015. Kuopion kaupungin hoitourakoiden taloudellinen ja laadullinen vertailu, opinnäytetyö - ammattikorkeakoulututkinto tekniikan ja liikenteen ala.

Pölylle altistuvat asukkaat suurimpien kaupunkien vilkasliikenteisten maanteiden varrella

Etäisyys maantien keskikohdasta alle 45 metriä ja liikennemäärä KVL 10 000 tai yli.







Tutkimuskirjallisuutta katupölystä

A.1. Vertaisarvioidut tieteelliset artikkelit:

Kupiainen, K., Ritola, R., Stojiljkovic, A., Pirjola, L., Malinen, A., Niemi, J. 2016. Contribution of mineral dust sources to street side ambient and suspension PM₁₀ samples. *Atmospheric environment* 147: 178-189. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.09.059>

Denby B.R., Sundvor I., Johansson C., Pirjola L., Ketzel M., Norman M., Kupiainen K., Gustafsson M., Blomqvist G., Omstedt G., 2013. A coupled road dust and surface moisture model to predict non-exhaust road traffic induced particle emissions (NORTRIP). Part 2: Surface moisture and salt impact modeling. *Atmospheric Environment* 81, 485-503.

Denby B.R., Sundvor I., Johansson C., Pirjola L., Ketzel M., Norman M., Kupiainen K., Gustafsson M., Blomqvist G., Omstedt G., 2013. A Coupled Road Dust and Surface Moisture Model to Predict Non-Exhaust Road Traffic Induced Particle Emissions (NORTRIP). Part 1: Road Dust Loading and Suspension Modelling. *Atmospheric Environment* 77, 283-300.

Kupiainen K.J., Pirjola L. 2011. Vehicle non-exhaust emissions from the tyre-road interface - effect of stud properties, traction sanding and resuspension. *Atmospheric Environment* 45(25), 4141-4146.

B Ei - arvioidut tieteelliset artikkelit:

Kupiainen K., Denby B.R., Gustafsson M., Johansson C., Ketzel M., Kukkonen J., Norman M., Pirjola L., Sundvor I., Bennet C., Blomqvist G., Janhäll S., Karppinen A., Kauhaniemi M., Malinen A., Stojiljkovic A. 2017. Road dust and PM₁₀ in the Nordic countries. Measures to reduce road dust emissions from traffic. ANP 2016:790. Nordic Council of Ministers 2017. ISBN 978-92-893-4800-3. <http://dx.doi.org/10.6027/ANP2016-790>

Stojiljkovic, A., Kupiainen, K., Niemi, J.V., Kousa, A., Pirjola, L., Ritola, R., Malinen, A. 2016. Modelling street dust in the Helsinki Metropolitan area. HSY:n julkaisuja 10/2016. Helsingin seudun ympäristöpalvelut –kuntayhtymä. Helsinki 2016. ISBN 978-952-7146-22-4 (PDF). 47 p.

Kupiainen K., Stojiljkovic A., Ritola R., Niemi J., Kousa A. 2015- Liikenteen ei-pakokaasuperäisten hiukkasten päästöinventaario pääkaupunkiseudulle. HSY:n julkaisuja 5/2015. 28 p.

Kupiainen K., Pirjola L., Ritola R., Stojiljkovic A., Malinen A., 2013. Talvirenkaiden pölypäästöt ja eri katupölylähteiden osuudet kadunvarrella kerätyissä hiukkasnäytteissä. HSY:n julkaisuja 3/2013. 26 p.

Kupiainen K., Ritola R., 2013. Nastarengas ja hengitettävä pöly. Katsaus tutkimuskirjallisuuteen. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 6/2013.

Kupiainen K. ym. 2009. Katupölyn päästöt ja torjunta. KAPU-hankkeen loppuraportti. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 13/2009. 102 s.

C Ammatillisille yhteisöille tarkoitetut julkaisut:

Kupiainen K., Pirjola L., Ritola R., Stojiljkovic A., Malinen A., 2013. Päällysteen ja hiekoituksen katupölypäästöt ja niiden torjunta. Ilmansuojelu-lehti 2/2013, 13-15.

Kupiainen K., Pirjola L., Ritola R., Stojiljkovic A., Malinen A., 2013. Päällysteen ja hiekoituksen pölypäästöt. Ympäristö ja Terveys 3/2013.

Kupiainen K., Pirjola L. and Viinanen J. 2010. KAPU-hankkeessa tutkittiin talvikunnossapidon vaikutusta PM₁₀-katupölyn määrään. Ympäristö ja Terveys 4/2010

Viinanen J., Kupiainen K. and Pirjola L. 2010. Katupöly kuriin uudella tekniikalla. Kuntatekniikka 3/2010.

Viinanen J., Kupiainen K. and Pirjola L. 2010. Katupölyn vähentäminen talvikunnossapidon ja puhtaanapidon keinoin. Katupöly pysynyt sitkeästi ilmansuojeluongelmana. Ilmansuojelu-lehti (Magazine of the Finnish Air Pollution Prevention Society) 1/2010, 10-13.

G Väitökset:

Kupiainen, K. 2007. Road Dust from Pavement Wear and Traction Sanding. Monographs of the Boreal Environment Research 26. 50 p. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-2556-0>. Ph.D. Thesis (Environmental Science and Policy). University of Helsinki.

ISSN-L 1798-6656
ISSN 1798-6664
ISBN 978-952-317-613-3
www.liikennevirasto.fi

Liik
enne
vira
sto